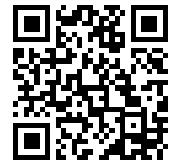
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

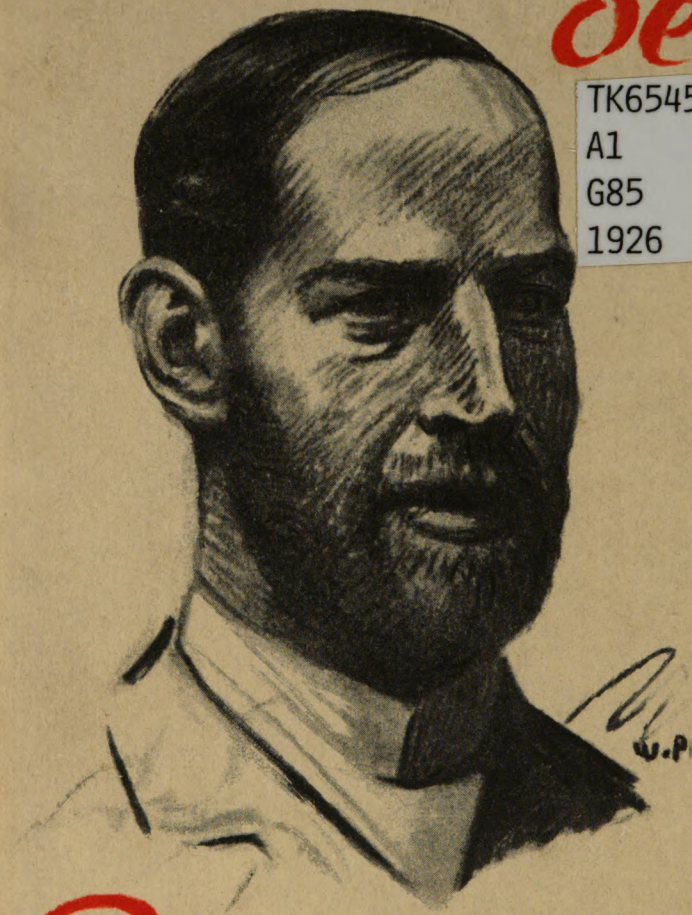
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Hanns Günther

Pioniere der Radiotechnik

TK6545
A1
G85
1926



24 Lebensbilder

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Pioniere der Radiotechnik

24 Lebensbilder

Von

Hanns Günther
(W. DeHaas)

Mit 24 Porträtzeichnungen
und einem Umschlagbild von
Kunstmaler W. Planck

3. Auflage

Dieck & Co (Franckh's Techn. Verlag) Stuttgart

Digitized by Google

Alle Rechte
besonders das Übersetzungsrecht
vorbehalten / Copyright 1926 by Dieck & Co
Verlag, Stuttgart / Printed in Germany
Verlagsnummer 2179

Digitized by Google

Einleitung

In den letzten Jahren ist die Radiotechnik einer der wichtigsten Bestandteile unseres wirtschaftlichen und technischen Lebens geworden. Mit ihrer Hilfe werden die größten auf der Erde möglichen Entfernungen in Sekundenbruchteilen überbrückt, so daß man dank der Wellentelegraphie mit ganz geringer Energie in kürzester Zeit zwischen sämtlichen zivilisierten Ländern Telegramme austauschen kann. Jedes größere Schiff auf dem Meere, jede Expedition in unerforschte Gegenden der Erde ist heute durch Wellentelegraphie dauernd mit dem Kulturleben verbunden. Zu welcher gewaltigen Kulturbedeutung sich in ganz kurzer Zeit der Rundfunk entwickelt hat, brauche ich nicht auseinanderzusetzen.

Die Radiotechnik ist nicht die Erfindung eines einzelnen Genies. Wie bei den meisten großen Errungenschaften und Fortschritten der Technik, so mußte auch hier die wissenschaftliche und praktische Arbeit zahlreicher genialer Männer zusammenkommen, bevor wir den heutigen Stand der Dinge erreichten. Bei vielen anderen Erfindungen ist es ebenso. Man denke an die Entwicklung der Eisenbahn, des Kraftwagens, des Dampfschiffs oder der elektrischen Beleuchtung. Dem einen oder anderen fallen dabei vielleicht die Namen Watt, Stephenson, Benz und Edison ein. Neben ihnen aber haben auf diesen Gebieten unendlich viele Männer gleichfalls wichtige Pionierarbeit geleistet, die weiteren Kreisen selbst dem Namen nach vollkommen unbekannt geblieben sind. Und was Watt, Stephenson, Benz und Edison in Wirklichkeit geschaffen haben, wie ihr Werdegang verlief, wie sie zu ihren Erfindungen kamen, weiß gewöhnlich auch nur der, der sich mit der Geschichte der Technik einmal etwas näher befaßt hat.

Dieses Vergessen der Männer, denen wir so ungeheuer viel verdanken, ist nicht etwa Undankbarkeit, trotzdem der heutige Normalmensch den technischen Fortschritt als selbstverständlich betrachtet und sich nicht den Kopf darüber zerbricht, wieviel Arbeit, wieviel materielle und geistige Opfer nötig sind, bis eine Erfindung aus ihrem Grundgedanken heraus zur technischen Verwendbarkeit entwickelt ist. Die wahren Erfinder und Pioniere der Technik werden häufig schon von vornherein in weiteren Kreisen nicht bekannt, sei es, weil sie als Wissenschafter sich überhaupt nicht um Volkstümlichkeit kümmern, sei es, weil sie als Angehörige technischer Betriebe für eine Firma arbeiten, unter deren Namen die Erfindung sich dann versteckt.

Digitized by Google

Trotzdem ist es außerordentlich reizvoll, die Entwicklungsgeschichte der Technik zu verfolgen und die Männer näher kennen zu lernen, die diese Entwicklung erarbeitet haben. Bei der Radiotechnik ist das vielleicht am ehesten möglich, denn sie ist noch so jung, daß — abgesehen von den Männern, die ihre wissenschaftlichen Grundlagen schufen — die meisten ihrer Pioniere noch leben. Sie stehen sogar zum Teil noch in den besten Schaffensjahren, so daß wir noch vieles von ihnen erwarten dürfen.

Es ist aber nicht allein das geschichtliche Interesse an der Entwicklung der Technik und das Gefühl der Dankbarkeit, das uns das Studium dieses Werdegangs nahelegt. Die Kenntnis des Lebenslaufs und der Werke der Radiopioniere ist vielmehr auch sonst in mehrfacher Beziehung von besonderem Interesse. Beim Durchblättern dieses Buches sieht man, daß die Radiopioniere nicht allein den verschiedensten Völkern entstammen (nur daß die Deutschen und die Engländer bei weitem die Vorhand haben), auch ihrer Herkunft nach kommen die Erfinder und Wissenschafter auf diesem Gebiet aus den verschiedensten Kreisen. Viele sind sehr bescheidenen Verhältnissen entsprossen, haben sich aber trotz einfachster Schulbildung und geringer materieller Mittel durchzusetzen gewußt und zum Teil sehr hohe Stellungen im Wirtschaftsleben erlangt. Allerdings ist dieser Weg wohl selten ohne Dornen gewesen, denn Fälle, in denen ein Erfinder in jeder Beziehung so vom Glück verwöhnt war wie beispielsweise Marconi, der als Kind reicher Eltern niemals des Lebens Bitterkeit kennen lernte, sind unter den wirklich großen Männern außerordentlich selten. Es scheint fast, als ob die großen Männer erst durch die Schwierigkeiten heranreiften, die sie überwinden müssen, als ob sie erst im Kampf mit dem Leben ihre Leistungsfähigkeit erwürben.

Die meisten der Männer, deren Lebensbild dies Büchlein zeichnet, sind Techniker und Physiker. Immerhin sind unter den Radiopionieren auch andere Berufe vertreten. So war Morse, der Erfinder des nach ihm benannten Schreibtelegraphen, ursprünglich Maler, und Bell, der Erfinder des Telephons, Professor der Physiologie. Daraus geht hervor, daß gelegentlich wichtige technische Erfindungen von Leuten gemacht werden, deren Hauptberuf nach einer ganz anderen Richtung weist, eine Erscheinung, die sich in der Geschichte der Technik vielfach wiederholt.

Eine gewisse Schwierigkeit bestand bei der Abfassung des Bändchens darin, die richtigen Grenzen zu ziehen, also einerseits keine wichtige Persönlichkeit auszulassen, andererseits niemand hineinzunehmen, der den Namen eines Radiopioniers nicht verdient, mag er auch auf

Digitized by Google

Nachbargebieten Großes geleistet haben. Am Anfang müssen natürlich die Männer stehen, die die wissenschaftlichen Grundlagen für die Entwicklung der Radiotechnik schufen: Faraday, der die elektrische Induktion entdeckte und Maxwell, der den Begriff der elektromagnetischen Schwingungen entwickelte. Auf den von ihnen erarbeiteten Grundlagen baute Heinrich Hertz weiter, der zum erstenmal wirklich elektrische Wellen erzeugte und empfing. Es läge nahe, in diesem Zusammenhang auch Männer wie Wilhelm Weber, Ampère, Ohm usw. zu nennen; doch würde dadurch der Rahmen zu weit gespannt worden sein. Gewiß haben auch sie geholfen, die Grundlagen der Radiotechnik zu schaffen, weil an sich jeder Fortschritt in der Erkenntnis der Elektrizität ein Baustein für die heutige Funktechnik war. Dann aber müßte man letzten Endes alle Männer nennen, die an der Entwicklung der Elektrotechnik mitgearbeitet haben. Um einer solchen Zersplitterung vorzubeugen, wurde mit Faraday, dem Entdecker der Induktion, begonnen, und von jenen Männern, die nicht unmittelbar das Gebiet der elektrischen Wellen bearbeiteten, wurden nur Bell und Morse genannt, weil ihre Erfindungen — Fernhörer und Schreibtelegraph — untrennbar mit der Entwicklung der Wellentelegraphie und -telephonie verbunden sind.

Durchblättert man ältere Zeitschriften, um nach Vorläufern auf dem Gebiet der Radiotechnik zu forschen, so findet man, daß vor der Erfindung der Wellentelegraphie schon zahlreiche Versuche gemacht worden sind, Nachrichten auf elektrischem Wege ohne Vermittlung von Drahtleitungen zu übertragen. In neuerer Zeit hat man diesen älteren Verfahren verschiedentlich genauer nachgespürt, und wenn sie auch nicht eigentlich mit der modernen Radiotechnik zusammenhängen, so ist es doch reizvoll, zu wissen, welche Wege zu diesem Ziele man eingeschlagen hat, ehe man die Strahlung elektrischer Wellen durch einen Sender und die darauf beruhende Wellentelegraphie entdeckte.

Die älteren „drahtlosen Verfahren" laufen sämtlich auf zwei einfache physikalische Grunderscheinungen hinaus: Entweder suchte man die Drahtleitung zwischen zwei mit einander zu verbindenden Punkten durch einen natürlich vorhandenen leitfähigen Stoff, in der Regel Wasser, zu ersetzen, oder man versuchte, die Zeichen durch Induktionswirkungen zu übertragen.

Schon Steinheil wies um die Mitte des vorigen Jahrhunderts nach, daß man auf kurze Strecken, bis zu etwa 20 m Entfernung, ohne Drahtverbindung nur durch den Boden telegraphische Zeichen übermitteln kann. Etwa um die gleiche Zeit machte Morse erfolgreiche Versuche, zwei ungefähr zwei Kilometer voneinander entfernte,

Digitized by Google

durch einen 25 m breiten Kanal getrennte Orte durch elektrische Ströme zu verbinden, die ihren Weg durch das Wasser nahmen. Zu diesem Zweck tauchte Morse die Enden zweier an beiden Ufern ausgelegter Drähte ins Wasser und schickte auf der einen Seite den Strom einer Batterie durch den Draht, der dann auf der anderen Seite Ausschläge eines mit dem dortigen Draht verbundenen Galvanometers bewirkte. Wie die Anordnung im einzelnen beschaffen war, ist aus den uns erhaltenen Beschreibungen nicht klar zu erkennen. Offenbar wurde auf beiden Seiten das eine Ende des ausgelegten Drahtes unmittelbar mit der Erde verbunden.

Versuche, durch Induktionsströme Zeichen ohne metallische Verbindung zu übertragen, wurden besonders in England seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts mehrfach angestellt. Dabei gelang es schließlich einem Franzosen, dem Physiker Maiche, zwischen zwei parallel gespannten Drahtleitungen Zeichen auf 7 km Entfernung auszutauschen. Bei gleichartigen Versuchen des deutschen Elektrotechnikers Strecker im Jahre 1896 wurden sogar Entfernungen bis zu 17 km überbrückt. Das Verfahren erfordert aber nicht nur sehr empfindliche Instrumente, sondern auch sehr lange Leitungsdrähte und ziemlich starke Ströme. So war die Primärleitung bei Strecker 3 km lang, und der Primärstrom belief sich auf 14—19 Ampere, während der Empfangsdraht eine Länge von 1,2 km hatte.

Alle diese Versuche fanden ein jähes Ende, als sich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts herausstellte, daß man durch Strahlung elektrischer Wellen unter Aufwendung verhältnismäßig geringer Energiemengen auf weit größere Entfernungen drahtlos telegraphieren kann. Trotzdem sind die mit Erd- und Induktionsströmen arbeitenden alten Verfahren nicht vollkommen verschwunden, nur werden sie heute nicht mehr zur Übertragung von Nachrichten benutzt. Die Erdstrommethode beispielsweise wird gegenwärtig vielfach für geologische Zwecke verwendet, denn aus der Verteilung der Erdströme und dem daraus erkennbaren Verlauf der leitfähigen Erdschichten lassen sich Schlüsse auf die Bodenbeschaffenheit ziehen. Auch die Induktionswirkung auf größere Entfernungen wird in verschiedenartiger Weise praktisch ausgenutzt, wobei man sich allerdings elektrischer Schwingungen bedient und gleichzeitig den Empfang durch die Verwendung der Elektronenröhre vereinfacht. Die in früheren Jahren sehr schwierigen Versuche dieser Art lassen sich heute mit ziemlich bescheidenen Hilfsmitteln durchführen.

Digitized by Google

1. Michael Faraday

Streng genommen kann man Michael Faraday nicht als eigentlichen Radiopionier bezeichnen, da er lange vor der Entdeckung der elektrischen Wellen lebte, zu einer Zeit, als von der heutigen Elektrizitätslehre kaum die ersten Grundlagen geschaffen waren. Trotzdem muß Faraday in diesem Zusammenhang an erster Stelle genannt werden, denn auf seine Tätigkeit und seinen schöpferischen Geist gehen die meisten Grundbegriffe zurück, deren Entwicklung für die Theorie und Praxis der elektrischen Schwingungen unbedingt notwendig war.

Michael Faraday, einer der größten Physiker aller Zeiten, wurde am 22. September 1791 als Sohn eines Hufschmieds in einer Vorstadt von London geboren. Von der Kindheit des großen Forschers wissen wir nur wenig, kaum mehr, als daß er in äußerst bescheidenen Verhältnissen aufwuchs. Jedenfalls war seine Schulbildung sehr dürftig, konnte er doch nur die gewöhnliche Volksschule seiner Zeit besuchen, die mit unserer heutigen Grundschule nicht entfernt zu vergleichen ist. Man darf annehmen, daß der junge Faraday dort kaum mehr als Lesen, Schreiben und Rechnen gelernt hat. Mit 12 Jahren wurde er Laufjunge in einer Buchhandlung, wo er hauptsächlich Zeitungen austragen mußte. Zwei Jahre später kam er zu einem Buchbinder in die Lehre, und hier las er mit wahrem Feuereifer alles, was an naturwissenschaftlichen Büchern durch seine Hände ging. Durch diese Lektüre wurde Faraday schon früh angeregt, sich im Selbstbau von Apparaten zu versuchen und in seiner Freizeit Versuche anzustellen. Zugleich besuchte er volkstümliche Abendvorlesungen über Physik und Astronomie, eine Vorstufe unserer Volksbildungskurse, die sich in England von jeher großer Beliebtheit erfreute und hervorragende Forscher zu ihren Lehrern zählte. Auch sonst benutzte er jede Gelegenheit, um seine Bildung zu vervollkommnen und insbesondere den Gebrauch seiner Muttersprache zu üben. In späteren Jahren war Faraday ein hervorragender Redner; auch zeichnen sich seine Schriften durch größte Klarheit in der Darstellung bei einfachster Schreibweise aus.

Den gewaltigen Anstrengungen, die der angehende Forscher während seiner ganzen Jugendzeit zur Vervollkommnung seiner Bildung machte, hat er wohl zu einem großen Teil seine erstaunlichen Erfolge im

Digitized by Google

späteren Leben zu verdanken. Andererseits ist auf diese Überanstrengung in den Jugendjahren sicher auch das frühe Erschlaffen seiner Geisteskräfte mit zurückzuführen.

Nach der Beendigung seiner Lehrzeit wurde Faraday Buchbindergeselle, und als solcher nahm ihn ein Bekannter gelegentlich zu Vorlesungen Davys, des berühmtesten englischen Chemikers seiner Zeit, mit. Von dem, was er dort hörte, war Faraday so begeistert, daß er alles sorgsam und sauber niederschrieb. Offenbar hatte er schon längst den Wunsch, sein Handwerk mit einer Laboratoriumstätigkeit zu vertauschen, wenn er sich wohl auch kaum klar darüber war, was dann weiterhin aus ihm werden sollte. Jedenfalls schickte er eines Tages seine Niederschrift der Davyschen Vorlesungen an den Forscher, mit der bescheidenen Anfrage, ob er nicht irgendwie in Davys Laboratorium beschäftigt werden könne. Davy erkannte zweifellos gleich die Begabung des jungen Mannes, denn er stellte ihn im Jahre 1813 als Laboranten an. In der Gesellschaft Davys machte Faraday dann auch wiederholt Reisen nach den verschiedensten europäischen Ländern, und sicher hat Faraday Davy viel zu verdanken, obgleich dessen Benehmen dem jungen Genie gegenüber nicht immer gerade sehr edel war. Von dem Augenblick an, wo Faraday seine Handwerkstätigkeit mit wissenschaftlicher Arbeit vertauschte, kam er erstaunlich schnell voran. Sein Name wurde bald nicht nur in England, sondern auf der ganzen Erde berühmt, und im Laufe der Jahre wurde er auf Grund seiner Entdeckungen mit Ehren geradezu überhäuft. Mehrfach wurden ihm Professuren angeboten. Solche Anstellungen lehnte er aber stets ab, weil er fürchtete, er werde dadurch in seiner Forschertätigkeit zu sehr gehemmt.

Faraday war kaum 40 Jahre alt, als er zu seinem Schrecken ein allmähliches Nachlassen seiner Geisteskräfte, besonders seines Gedächtnisses bemerkte. 1841 verstärkten diese Erscheinungen sich so sehr, daß der Forscher in seiner Arbeit mehrfach lange Pausen eintreten lassen mußte, um sich einigermaßen wieder zu erholen. Sein Gedächtnis schwand derart, daß er lange Versuchsreihen in Angriff nahm, weil er sich nicht mehr erinnerte, dieselben Versuche schon früher gemacht zu haben, bis er dann plötzlich in seinen alten Tagebüchern auf entsprechende Vermerke stieß. So wurden die letzten Lebensjahre Faradays sehr getrübt, trotzdem es ihm immer wieder gelang, sich eine Zeitlang aufzuraffen und neue Entdeckungen zu machen. Etwa von 1860 ab ließ seine geistige Regsamkeit vollkommen nach. Am 25. August 1867 starb er im Alter von 75 Jahren.

Digitized by Google

Michael Faraday

Digitized by Google

Die Bedeutung Faradays für die Wissenschaft und die Entwicklung der Elektrotechnik kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Trotzdem er bei seiner Arbeit im wesentlichen gefühlsmäßig vorging, ohne sich auf eine theoretische Behandlung der Erscheinungen einzulassen, verdanken wir ihm zahlreiche Entdeckungen von außerordentlicher Wichtigkeit, besonders auf den verschiedensten Gebieten der Elektrizität. Vor allem gehen auf Faraday die Untersuchungen über die Erscheinungen der Induktion zurück. Er war der Schöpfer der so außerordentlich fruchtbaren Begriffe der elektrischen und magnetischen Kraftlinien und des elektrischen und magnetischen Feldes, also von Dingen, die zum täglichen Werkzeug des modernen Physikers und Radiotechnikers gehören, da sie die Grundlage der gesamten Wechselstromtechnik bilden. Dank dieser Erkenntnisse ist Faraday nicht nur als der geistige Vater der heutigen Starkstromtechnik anzusehen, sondern auch als wichtigster Vorläufer der Männer, die, auf seinen Schultern stehend, den Wunderbau der Radiotechnik schufen.

2. James Clark Maxwell

James Clark Maxwell wurde im Jahre 1831 in Edinburgh als Sohn eines bekannten Juristen geboren. Schon als Kind erregte er durch seine mathematische Begabung Aufsehen, und mit 15 Jahren reichte er der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Edinburgh eine geometrische Abhandlung ein. Ein Jahr später begann der junge Maxwell auf der Universität Edinburgh zu studieren, wobei er sich außer mit Mathematik vor allem mit Physik beschäftigte. Von 1850 ab besuchte er die Universität in Cambrigde, wo er 6 Jahre lang blieb. Während der Jahre 1856—1860 hatte er die Professur für theoretische Physik in Aberdeen inne, während er von 1860 bis 1866 als Physikprofessor in London tätig war. Die folgenden Jahre verbrachte der Forscher teils auf Reisen, teils auf seinem Gut, um sich der Abfassung eines großen Lehrbuchs der Elektrizität und des Magnetismus zu widmen. Nach dem Abschluß dieses Werkes wurde er zum Professor der Experimentalphysik in Cambrigde ernannt, wo er das schnell berühmt werdende Cavendish-Laboratorium einrichtete. Leider war es Maxwell nicht vergönnt, die Früchte seiner Arbeit reifen zu sehen; er starb schon am 11. November 1879 in seinen besten Jahren.

Um 1848 hatte Maxwell die Arbeiten Faradays über Induktion und Kraftlinien kennen gelernt, und der näheren mathematischen Unter-

Digitized by Google

James Clark Maxwell

Digitized by Google

suchung dieser Begriffe widmete er fortan einen großen Teil seiner Arbeitskraft. Er ging dabei von der Ansicht aus, daß die elektrischen und magnetischen Kraftlinien sich mit endlicher Geschwindigkeit entwickeln müßten. Diese Untersuchungen über die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus' führten zu den seinen Namen tragenden Gleichungen, die heute ganz allgemein als die Grundlage der gesamten Elektrizitätslehre angesehen werden. Durch seine Arbeiten wurde Maxwell ferner zu der Annahme geführt, daß es elektromagnetische Schwingungen geben müsse und daß auch das sichtbare Licht aus solchen Schwingungen bestehe. Für diese Ansicht lieferte er sogar schon einen Beweis: Dadurch, daß er nachwies, die Dielektrizitätskonstante isolierender Stoffe sei gleich dem Quadrat ihrer Brechungsexponenten. Auf diese Weise wurden erstmals eine elektrische und eine optische Größe, von deren Beziehungen zueinander man früher nichts gewußt hatte, durch die elektromagnetische Lichttheorie Maxwells miteinander verknüpft, was zugleich die Richtigkeit dieser Theorie nachwies. Näheres konnte zwar damals über die elektromagnetischen Schwingungen und die elektromagnetische Strahlung noch nicht ausgesagt werden. Soviel aber war fortan sicher: Daß es eine solche Strahlung geben müsse. Damit war der Boden für die experimentellen Arbeiten unseres Heinrich Hertz vorbereitet, dem die Entdeckung dieser Strahlung vorbehalten blieb.

3. Wilhelm Feddersen

Heutzutage ist das Wissen um das Dasein der elektrischen Schwingungen so allgemein verbreitet, daß man gern vergißt, wie schwierig es seinerzeit war, das Vorhandensein solcher Schwingungen zum erstenmal nachzuweisen. Diesen ersten Nachweis verdanken wir Dr. Wilhelm Feddersen, einem sehr begabten Physiker, der leider durch eine Reihe persönlicher Gründe genötigt wurde, schon in jungen Jahren seine Forschertätigkeit einzustellen.

Feddersen wurde 1832 in Schleswig geboren und besuchte hier auch die Domschule. Damals gehörte Schleswig zu Dänemark, und als 1850 die Dänen ernstliche Anstrengungen machten, das Deutschtum in Schleswig auszurotten, ging Feddersen auf das Gymnasium in Gotha, wo er seine Reifeprüfung ablegte. Später studierte er in Göttingen, Berlin und Kiel Chemie und Physik, bis er durch die Vorlesungen Wilhelm Webers in Göttingen dazu geführt wurde, sich ausschließlich mit physikalischen Studien abzugeben. Nach-

Digitized by Google

Wilhelm Feddersen

Digitized by Google

dem Feddersen sein Doktorexamen gemacht hatte, zog er 1858 nach Leipzig, um dort seine schon in Kiel begonnenen Untersuchungen über den elektrischen Funken fortzusetzen. Zu jener Zeit gab es bereits eine recht weit ausgebildete Theorie der Elektrizität, die vor allem von dem englischen Physiker Thomson und dem Deutschen Kirchhoff entwickelt worden war. Thomson hatte vorausgesagt, daß es elektrische Schwingungen geben müsse, und er hatte auch bereits die nach ihm benannte Formel angegeben, aus der man die Frequenz solcher Schwingungen heute noch berechnet. Auf dem Wege des Versuchs aber waren die Schwingungen bis dahin nicht nachgewiesen worden. Dieser Nachweis blieb Feddersen vorbehalten. Er benutzte dabei zum erstenmal eine Anordnung, die später ein wichtiges Hilfsmittel der praktischen Physik wurde, die Photographie mit Hilfe eines sich drehenden Spiegels. So gelang es Feddersen nicht nur zu zeigen, daß es elektrische Schwingungen gibt, vielmehr bewies er auch, daß die Formel von Thomson zu Recht besteht.

Wie ich schon sagte, war es Feddersen aus persönlichen Gründen nicht möglich, experimentell weiter zu arbeiten. Er wohnte jedoch bis zu seinem Lebensende als Privatgelehrter in Leipzig, und es war ihm vergönnt, die große Entwicklung, welche die Technik der elektrischen Schwingungen seit dem Anfang unseres Jahrhunderts durchgemacht hat, noch mitzuerleben, da er erst im Jahre 1918, 86 Jahre alt, starb.

4. Heinrich Hertz

In Heinrich Hertz haben wir den eigentlichen Vater der Radiotechnik vor uns, denn seine Arbeiten gaben den Anstoß zur praktischen Untersuchung des ganzen Gebiets. Geboren wurde Hertz am 22. Februar 1857 in Hamburg, wo er auch seine Jugend verbrachte. Nach bestandener Reifeprüfung (1875) ging er zunächst auf die technische Hochschule zu Dresden, sattelte aber 1878 zur Physik um, die er in Berlin studierte. 1880 wurde er hier Assistent von Helmholtz. Kurz darauf machte er sein Doktorexamen. 1883 wurde er Privatdozent für Physik an der Universität Kiel, erhielt aber schon 1885 einen Ruf als Professor der Physik an die Technische Hochschule Karlsruhe, von wo er 1889 auf den Lehrstuhl für Physik nach Bonn berufen wurde. Leider waren ihm in dieser Stellung nur wenige Jahre einer allerdings äußerst erfolgreichen Forschertätigkeit beschieden, denn am 1. Juni 1894 fand Hertz einen frühen Tod.

Digitized by Google

Heinrich Hertz

Digitized by Google

Schon als Student zeichnete Hertz sich durch hervorragende theoretische Arbeiten über schwierige physikalische Fragen aus, und bis zu seinem Tode blieb er in erster Linie theoretischer Physiker von nie versiegender Schaffenskraft. Dabei vereinigte er aber in seltener Weise die Fähigkeiten des Theoretikers und des Experimentators in einer Person, und dieser Vereinigung hervorragender Eigenschaften ist es zu verdanken, daß Hertz durch seine Arbeiten über elektrische Schwingungen die physikalischen Grundlagen der drahtlosen Telegraphie schuf. Maxwell (s. S. 12 f.) hatte bereits durch theoretische Überlegungen nachgewiesen, daß die schon vor ihm bekannten elektromagnetischen Schwingungen zu Strahlungserscheinungen Anlaß geben könnten. Durch diese Untersuchungen Maxwells war es auch sehr wahrscheinlich geworden, daß die Strahlen des Lichtes und der Wärme gleichfalls aus elektromagnetischen Schwingungen bestanden. Hertz ging daher von der Absicht aus, längere elektrische Schwingungen zu erzeugen und sie in ihrem Verhalten mit den Wellen des Lichtes zu vergleichen. Es gelang ihm, einen kleinen Sender für elektrische Wellen von etwa 60 cm Länge zu bauen und sie mit einem ganz einfachen Empfänger auf mehrere Meter Entfernung nachzuweisen. Mit diesen Apparaten konnte Hertz zeigen, daß seine elektromagnetischen Wellen in allen wesentlichen Eigenschaften mit den Wellen des Lichtes übereinstimmten.

Die ganzen Untersuchungen fanden ausschließlich im Laboratorium statt, und zweifellos hat Hertz auch nur an die Lösung rein physikalischer Probleme gedacht, vor allem an den Nachweis, daß das Licht aus elektromagnetischen Schwingungen bestehe. Dieser Nachweis ist Hertz so vollkommen geglückt, wie man es überhaupt nur wünschen konnte. Darüber hinaus aber hat er durch seine Versuche die eigentlichen Grundlagen der Radiotechnik geschaffen. Er war der erste, der einen Sender zum Schwingen erregte, so daß elektromagnetische Strahlung eintrat, die er noch auf beträchtliche Entfernung nachweisen konnte. Ihm verdanken wir daher die Erfindung des Radiosenders und des dazugehörigen Empfängers. Weiterhin erkannte Hertz schon, daß merkliche Empfangsenergie nur dann zu erwarten ist, wenn Sender und Empfänger aufeinander abgestimmt sind, also im Fall der Resonanz zwischen ihnen. Diese beiden Erscheinungen, die Erregung des Senders zum Schwingen und die Resonanzabstimmung, sind Merkmale, die auch weiterhin allen Funkanlagen gemeinsam geblieben sind.

Sodann hat Hertz festgestellt, daß die elektrischen Wellen sich nicht nur durch Isolatoren, sondern auch längs Drähten fortpflanzen können, und es gelang ihm, durch Bestimmung der Frequenz der Schwingungen und ihrer Wellenlänge die Geschwindigkeit der Ausbreitung der elek-

Digitized by Google

trischen Wellen zu messen. Seine Messung ergab allerdings nur 200 000 km in der Sekunde, also beträchtlich weniger, als man erwartet hatte. Daran war ein kleiner Fehler schuld, der erst später aufgedeckt wurde. Immerhin war die Übereinstimmung der Größenordnung nach vollkommen.

Hertz verwendete für seine Laboratoriumsversuche zur Erhöhung der Strahlungsenergie Sender mit Hohlspiegeln, wie sie neuerdings durch die gerichtete Telegraphie mit kurzen Wellen wieder üblich geworden sind. Als Spiegel diente dabei ein in der Beobachtungsrichtung angebrachtes gekrümmtes Metallblech, denn nach den Anschauungen Marwells mußte eine leitfähige Metallschicht als Spiegel für elektrische Wellen wirken, was sich auch als richtig erwies. So sehen wir, daß die Versuche von Hertz eine ganze Reihe technischer und physikalischer Apparate und Arbeitsbedingungen ergaben, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten haben.

Die Arbeiten Heinrich Hertz' würden auch dann in der Geschichte der Wissenschaft unvergessen bleiben, wenn sie nicht zur Entwicklung eines so wichtigen technischen Sondergebiets geführt hätten, wie es die Radiotechnik heute ist. Hertz selbst dachte an ihre technische Anwendung noch nicht und starb, bevor von anderer Seite auch nur die ersten Versuche zur Zeichenübertragung mittels elektrischer Wellen gemacht worden waren. Trotzdem baut sich die heutige Radiotechnik ganz auf seinen grundlegenden Versuchen auf, so daß man Hertz mit Recht als ihren geistigen Vater bezeichnet.

5. Augusto Righi

Augusto Righi wurde am 27. August 1850 in der alten Universitätsstadt Bologna geboren. Da er zunächst Ingenieur werden wollte, besuchte er die Ingenieurschule seiner Vaterstadt, wandte sich aber nach Abschluß seines Studiums der Physik zu und wurde Assistent des Physikers Villari. Als solcher wurde Righi durch seine Arbeiten in so kurzer Zeit allgemein bekannt, daß man ihn schon mit 23 Jahren als Nachfolger Pacinottis zum Professor an die Universität Bologna berief. Aus dieser Zeit stammen seine ersten Untersuchungen auf dem Gebiet der Elektrizität, in deren Verfolg es ihm schon im Jahre 1878 gelang, mittels eines Kohlemikrophons mit beweglichen Kontakten Töne auf 47 km Entfernung deutlich hörbar zu übertragen. Im Jahre 1880 wurde Righi Professor in Palermo. Von 1885 bis 1889 war er in Padua tätig, worauf er endgültig nach Bologna

Digitized by Google

zurückkehrte. Hier hat er dann bis zu seinem Tode am 8. Juni 1920 unermüdlich gewirkt und zahlreiche Arbeiten aus den verschiedensten Gebieten der Physik veröffentlicht, obwohl ihm nur geringe Hilfsmittel zur Verfügung standen, wie das bei den kleinen italienischen Universitäten fast durchweg noch heute der Fall ist.

In weiteren Kreisen ist Righi vor allem durch seine Versuche über elektrische Schwingungen bekannt geworden, zu denen er durch die Arbeiten Heinrich Hertz' angeregt wurde. Righi wollte den Abstand zwischen den verhältnismäßig langen, von Hertz verwendeten Wellen und den äußerst kurzen Wellen des Lichtes überbrücken oder wenigstens verkleinern, um durch Untersuchung kurzwelliger elektrischer Schwingungen die Gleichheit zwischen den Hertzschen Wellen und den Lichtwellen nachzuweisen. Er baute zu diesem Zweck einen besonderen Sender, mit dem es ihm gelang, Wellen bis herunter zu 2,6 cm Länge herzustellen, die er mit Hilfe eines kleinen Empfängers (Resonators) beobachten konnte. Dabei stellte er fest, daß diese Wellen sich in jeder Beziehung ebenso verhalten wie die Wellen des Lichtes.

Die Untersuchungen Righis waren der unmittelbare Anlaß für seinen Schüler Marconi (s. S. 22 f.), Versuche zur Übermittlung drahtloser Zeichen mit Hilfe elektrischer Wellen anzustellen. So hat Righi mittelbar den Anstoß zur Entwicklung der drahtlosen Telegraphie gegeben, obwohl ihn selbst bei seinen Untersuchungen nur rein wissenschaftliche Probleme interessierten.

Für den Sender Righis war kennzeichnend, daß die eigentlichen schwingfähigen Teile nur aus Kugeln bestanden. Die Selbstinduktion und die Kapazität der durch die Kugeln gebildeten offenen Schwingkreise war daher so klein wie nur denkbar; das machte es Righi möglich, so außerordentlich kurze Wellen zu erzeugen. Da Righi, wie ich schon sagte, für seine Arbeiten nur äußerst geringe experimentelle und finanzielle Mittel zur Verfügung standen, sind die Erfolge seiner Versuche wesentlich Ergebnisse seiner Geschicklichkeit, die ganz erstaunlich genannt werden muß.

Das Verfahren Righis zur Erzeugung sehr kurzer elektrischer Wellen ist später noch mehrfach angewendet worden, wobei die verschiedensten Forscher versucht haben, durch immer weitergehende Verkleinerung der Kugeln, zwischen denen die Entladungen stattfanden, zu immer kürzeren Wellen vorzudringen. Leider nimmt aber mit abnehmender Wellenlänge auch die Energie der so erzeugten Schwingungen sehr stark ab, und wenn es heute auch fast gelungen ist, das Ziel Righis zu erreichen, also das unerforschte Wellengebiet zwischen den Wärmestrahlen und den elektrischen Wellen zu überbrücken, so kommt diesen Arbeiten

Digitized by Google

Augusto Righi

Digitized by Google

doch wegen der äußerst geringen Energie, die man dabei erhält, praktisch verhältnismäßig wenig Bedeutung zu.

Andere Arbeiten Righis aus dem Gebiet der elektromagnetischen Schwingungen betrafen die magnetische Zerlegung des Lichtes und die Reflexion von Licht an magnetischen Spiegeln, beides Probleme, deren Lösung eng mit der Natur des Lichtes als elektromagnetischer Strahlung verknüpft ist.

6. Guglielmo Marconi

Guglielmo Marconi ist wohl der der Allgemeinheit bekannteste Forscher auf dem Gebiet der Radiotechnik, den auch weitere Kreise als den eigentlichen Erfinder der drahtlosen Telegraphie kennen. Er wurde am 25. April 1874 als Sohn eines Italieners und einer Irin in Griffoni bei Bologna geboren. Während die meisten Pioniere der Radiotechnik aus einfachen Verhältnissen stammen, ist Marconi der Sproß einer sehr wohlhabenden Familie, was ihm die Durchführung seiner teilweise sehr kostspieligen Versuche sicher beträchtlich erleichterte, denn er hat in späteren Jahren gesagt, seine Familie habe stets an ihn geglaubt. Offenbar zeigte er sich also schon als Kind sehr begabt. Er besuchte die Schule in Livorno und die Universität in Bologna. Zu seinen Versuchen über die Möglichkeit einer drahtlosen Telegraphie wurde er im Jahre 1895 durch sein Bekanntwerden mit den Hertzschen Arbeiten und den Untersuchungen Righis, dessen Schüler er war, angeregt. Er errichtete auf dem Gute seines Vaters Stangen mit Drähten und versuchte die verschiedensten Verfahren, bis es ihm gelang, mittels elektrischer Wellen Zeichen auf eine Entfernung von 3 km zu übertragen. Nach diesen Anfangsversuchen siedelte Marconi nach England über, wo er seine Studien mit lebhafter Unterstützung des damaligen Leiters des englischen Telegraphenwesens fortsetzte. Dort trafen auch Professor Slaby und sein Assistent, Graf Arco, mit Marconi zusammen (s. S. 34). Die ersten Versuche Marconis waren sehr mühsam, aber er kam doch vorwärts und entwickelte sein Verfahren Schritt für Schritt zu immer größerer Leistungsfähigkeit. Abgeschlossen sind seine Arbeiten durchaus noch nicht, denn er ist immer noch rege als Erfinder tätig. Ich erinnere nur an die gerichtete Telegraphie mit kurzen Wellen, die gegenwärtig auf seine Veranlassung zwischen England und den englischen Kolonien ausprobiert wird. Auch sonst ist Marconi unermüdlich mit Untersuchungen über die günstigsten Bedingungen für den Bau von Sendern und Empfängern und die

Digitized by Google

Guglielmo Marconi

Digitized by Google

Ausbreitung der elektrischen Wellen beschäftigt. Der Lohn für seine Arbeit blieb nicht aus; seit langen Jahren ist er Generaldirektor der englischen Marconigesellschaft, die seine Patente verwertet. Vom italienischen und vom englischen König wurde er geadelt, und eine ganze Reihe von Universitäten ernannte ihn zum Ehrendoktor. 1909 erhielt er zusammen mit Professor Braun (s. S. 38 f.) den Nobelpreis für Physik.

Selten ist es einem Erfinder vergönnt gewesen, in gleicher Weise die Entwicklung eines technischen Sondergebiets von dessen ersten Anfängen bis zur höchsten Vollendung mitzuerleben, wie es bei Marconi der Fall war. Das Erstaunlichste ist dabei vielleicht, daß seine Schaffenskraft noch heute, nach nahezu dreißig Jahren fruchtbarer Tätigkeit, kaum nachgelassen hat. Marconi gebührt nicht nur das Verdienst, das Problem der drahtlosen Energieübertragung mit Hilfe elektrischer Wellen als erster ernstlich in Angriff genommen zu haben, vielmehr gehen auch zahlreiche wichtige Einzelerfindungen auf ihn zurück. Selbstverständlich war es ihm nicht möglich, allein die ganze Radiotechnik zu schaffen, vielmehr haben zahllose Physiker und Techniker aller Länder an ihrem Ausbau Anteil gehabt. Marconi hat es aber immer verstanden, das Wesen neuer Erfindungen und Gedanken schnell zu erfassen und sich auf neue Ausgangspunkte einzustellen, so daß seine Gesellschaft stets mit dem Fortschritt der anderen ging und so die hervorragende Stellung beibehielt, die sie von Anfang an hatte.

Die eigenen Arbeiten und Erfindungen Marconis betreffen die verschiedensten Gebiete der Radiotechnik. Seine erste Versuchsanordnung bestand aus einer senkrecht in die Luft geführten Sende-Antenne, die kurz über der Erde eine Funkenstrecke enthielt. Die andere Seite der Funkenstrecke wurde mit der Erde verbunden. Schon diese für uns heute so selbstverständliche Erfindung stellte einen wesentlichen Fortschritt dar, denn dadurch wurde es möglich, die Antenne hoch emporzuziehen und trotzdem die eigentliche Sende-Apparatur in der Nähe des Bodens zu belassen. Der Empfänger war ganz ähnlich hergestellt: Ein auf der einen Seite geerdeter Draht, der einen Kohärer (s. S. 28) enthielt, ragte hoch in die Luft empor. Marconi erkannte aber schon bald — ob aus den Versuchen von Braun (s. S. 40) oder auf Grund eigener Arbeiten, ließ sich nicht feststellen — daß es günstiger ist, die Funkenstrecke im Sender und den Kohärer im Empfänger aus der Antenne herauszunehmen, und die eigentliche Sende- bzw. Empfangsapparatur durch Spulen mit den Antennen zu koppeln.

Von großer Wichtigkeit war es für Marconis Arbeit, daß er von vornherein tatkräftige Unterstützung bei der englischen Telegraphen-

Digitized by Google

behörde fand, ähnlich wie Slaby, Braun und Graf Arco durch Wilhelm II. kräftig gefördert wurden. Dieser Umstand machte es dem jungen Forscher schon frühzeitig möglich, Versuche im größten Stil auszuführen, in deren Verlauf es ihm gelang, im Jahre 1902 den Atlantischen Ozean drahtlos zu überbrücken. Zu diesem Zwecke wurde von der Marconi-Gesellschaft im Jahre 1900 die erste Großfunkstelle in Poldhu errichtet. Bei seinen Versuchen zur Überbrückung des Ozeans entdeckte Marconi u. a. die außerordentliche Zunahme der Reichweite während der Nacht gegenüber der Tagesreichweite, eine Erscheinung, die für den gesamten Funkverkehr von größter Wichtigkeit geworden ist.

Eine bekannte Erfindung Marconis ist die nach ihm benannte geknickte Antenne, die eine gewisse Richtwirkung und vor allem den Vorzug besitzt, daß sie mit verhältnismäßig einfachen Hilfsmitteln auch für sehr große Energiemengen ausgeführt werden kann.

Im Jahre 1904 baute Marconi die erste rotierende Funkenstrecke, mit der er ähnliches bezweckte und erreichte, wie später die Telefunkengesellschaft mit der Löschfunkenerregung von Wien (s. S. 43). Die Funkenzahl des Senders wurde durch ein sich schnell drehendes Kontaktrad, das in die Zuleitung zur Sendevorrichtung eingeschaltet war, zwangsläufig geregelt. Die schnelle Umdrehung des Rades bewirkte ein plötzliches Abreißen der Funken und daher die Entstehung schwach gedämpfter Schwingungen, was zugleich die Abstimmschärfe und die Empfangsenergie zu steigern erlaubte. Heute hat die rotierende Funkenstrecke wie alle übrigen Funkensender nur noch geringe Bedeutung. In jenen Anfangsjahren der Radiotechnik aber spielte sie eine große Rolle, ermöglichte der damit ausgerüstete Sender doch, unmittelbar Töne zu senden; auch zeichnete er sich durch besondere Haltbarkeit und Betriebssicherheit aus.

Immerhin war Marconi trotz der rotierenden Funkenstrecke noch weit vom ungedämpften Sender entfernt. Er war sich aber vollkommen darüber klar, daß durch die Erregung der Sendeantenne mit ungedämpften Schwingungen sowohl die Reichweite, als auch die Abstimmschärfe der Funkstellen beträchtlich zunehmen müsse. Mit Hochfrequenzmaschinen hat Marconi die Lösung dieses Problems anscheinend nicht versucht. Er nahm sie vielmehr auf dem ihm am nächsten liegenden Wege, mit Hilfe der Funkenerregung, in Angriff und kam so zum Taktfunkensender, der erst während des Weltkriegs fertiggestellt wurde, sich aber sogleich sehr gut bewährte, da es mit seiner Hilfe gelang, die erste drahtlose Verbindung zwischen England und Australien herzustellen. Im Taktfunkensender sind mehrere rotierende Funkenstrecken me-

Digitized by Google

chanisch miteinander gekoppelt, dabei aber so gegeneinander verschoben, daß die Entladungen zeitlich aufeinander folgen. Hierdurch wird erreicht, daß die Pausen zwischen einer Funkentladung und der nächsten durch Entladungen anderer Funkenstrecken vollkommen ausgefüllt werden. Die durch die Entladungen erzeugten Schwingungen werden sämtlich auf die gleiche Antenne übertragen, die infolgedessen mit weit höherer Energie als durch eine Funkenstrecke allein erregt wird. Das Verfahren ist genial ausgedacht, aber so kompliziert, daß es sich trotz seiner hohen Leistungsfähigkeit auf die Dauer gegenüber den Röhrensendern und den neueren Maschinensendern nicht halten konnte. Heute gehört es daher schon wieder der Vergangenheit an.

Für eine andere Erfindung Marconis, den Magnetdetektor, gilt das gleiche. Ihm liegt die Erscheinung zugrunde, daß magnetisierter Stahl durch Wechselstrom, also auch durch elektrische Schwingungen, entmagnetisiert wird. Denken wir uns etwa einen kleinen Stahlmagneten in einer Spule liegen, die mit einem Telephon verbunden ist. Solange der Magnet nicht bewegt wird, ist die Spule stromlos und das Telephon schweigt. Wird jedoch der Stahlmagnet plötzlich entmagnetisiert, etwa durch eine zweite Spule, durch die elektrische Schwingungen fließen, so ändert sich damit der Kraftfluß durch die erste Spule, und das Telephon spricht mit einem leisen Knacken an. Um von neuem Schwingungen bemerken zu können, muß das Stahlstück natürlich wieder magnetisiert werden. Marconi bewältigte diese Schwierigkeit dadurch, daß er an Stelle eines einzelnen Magnetstabs einen fortlaufenden, in sich geschlossenen Stahldraht benützte, der mechanisch zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten hindurchgeführt und so immer von neuem magnetisiert wurde.

Es ist das unvermeidliche Schicksal der meisten Erfinder, daß ihre Ideen früher oder später durch neue und bessere ersetzt werden. Die Bedeutung Marconis für die Entwicklung der Radiotechnik wird jedoch dadurch, daß viele seiner Konstruktionen keinen praktischen Wert mehr besitzen, weil sie den heutigen Ansprüchen nicht mehr genügen, keineswegs vermindert. Auch daß manche seiner Versuche vergeblich waren, so die Arbeiten zur Befreiung des Empfangs von atmosphärischen Störungen und zur Einrichtung eines einwandfreien Doppelempfangs auf einer Antenne, setzt seine Bedeutung in keiner Weise herab.

In der allerletzten Zeit hat Marconi viel durch seine „Strahlsender" von sich reden gemacht. Wie er neue brauchbare Gedanken anderer Erfinder stets sofort aufgriff, so erkannte er auch frühzeitig die Bedeutung der kurzen Wellen für die Radiotechnik, und er hat sich in den letzten Jahren sehr lebhaft mit den hier liegenden Aufgaben be-

Digitized by Google

schäftigt. Es lag nahe, daß er dabei auf die alten Hertzschen Versuche zurückging und versuchte, durch Hohlspiegel den elektrischen Strahlen eine bestimmte Richtung zu geben, teils, um dadurch die Empfangsenergie zu erhöhen, teils, um das Auffangen der Nachrichten außerhalb der gewünschten Richtung unmöglich zu machen. Für die langen Wellen, die man seit etwa 1900 bis vor ganz kurzer Zeit ausschließlich verwendete, konnte man Hohlspiegel deshalb nicht verwenden, weil sie ungeheuer groß hätten sein müssen. Als man aber auf Wellen von nur 10 oder 20 Meter Länge herabging, machte die Anfertigung wirksamer Hohlspiegel keine Schwierigkeiten mehr. Ein abschließendes Urteil kann über diese neuesten Arbeiten Marconis natürlich noch nicht gefällt werden. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat aber die Strahltelegraphie mit Hohlspiegeln eine große Zukunft vor sich.

7. Edouard Branly

Edouard Branly wurde am 23. Oktober 1844 als Sohn eines Professors an der Pariser Universität in Amiens in Frankreich geboren. Er besuchte bis zu seinem 17. Jahre die höhere Schule in St. Quentin, und von da ab etwa drei Jahre lang die wissenschaftliche Abteilung der höheren Normalschule in Paris, die er 1863 nach bestandenem Examen verließ. Er wurde zunächst Lehrer an einer Schule in Bourges, kehrte aber bald nach Paris zurück, um am Physikalischen Laboratorium an der Sorbonne zu arbeiten. Durch den Ausbruch des deutsch-französischen Krieges wurden seine kaum angefangenen Arbeiten unterbrochen. Nach Kriegsende aber nahm er sie wieder auf, um 1873 den Doktorgrad zu erwerben und bald darauf Direktor des Physikalischen Laboratoriums an der Sorbonne zu werden.

Dieses Laboratorium war damals in einem alten Gebäude untergebracht und besaß nur sehr geringe Hilfsmittel, so daß Branly keine rechte Möglichkeit zu wissenschaftlichen Arbeiten sah. Als ihm daher die Stellung eines Physikprofessors an der 1875 errichteten katholischen Universität in Paris angeboten wurde, mit der Zusicherung, daß man ihm reiche Mittel zur Einrichtung eines Laboratoriums zur Verfügung stellen werde, nahm er das Angebot mit Freuden an. Das gegebene Versprechen wurde aber nicht gehalten, denn die Geldlage der neuen Universität erwies sich bald als ziemlich schlecht. Infolgedessen mußte Branly ernstlich befürchten, daß man die Anstalt schließen und daß er

Digitized by Google

dann ohne Stellung dasitzen werde. Deshalb begann er gegen Ende der 70er Jahre in seiner freien Zeit neben seiner Lehrtätigkeit noch Medizin zu studieren und erwarb 1882 den medizinischen Doktorgrad. Dieses Studium raubte ihm natürlich jede Möglichkeit, wissenschaftlich zu arbeiten.

Branly ist vor allem dadurch bekannt geworden, daß er einen wichtigen Apparat erfand, der in den ersten Jahren der Radiotechnik die Grundlage der drahtlosen Empfangstechnik bildete. Bei seinen Versuchen erkannte der Forscher nämlich, daß die Leitfähigkeit von Metallpulvern durch das Auftreffen elektrischer Wellen beeinflußt wird. Aus dieser Beobachtung entwickelte er den Kohärer oder Fritter, über den er 1891 zum erstenmal berichtete. Mit ihm wiederholte er die Hertzschen Versuche, wobei er zeigte, daß der Empfang elektrischer Wellen sich mit diesem Hilfsmittel sehr viel einfacher durchführen ließ, als mit der von Hertz angegebenen Apparatur. Der Kohärer wurde daraufhin sogleich von Marconi in seine Empfangsapparatur übernommen; Marconi hat auch stets anerkannt, daß er dieser Vervollkommnung sehr viel verdankte.

Nachträglich stellte sich allerdings heraus, daß der Kohärer schon im Jahre 1879 von dem Engländer H u g h e s erfunden worden war, der übrigens auch als der Erfinder des Mikrophons anzusehen ist. Da man aber in jenen Zeiten noch nichts von den elektrischen Wellen wußte, fand die Erfindung keine Beachtung und blieb praktisch unbekannt, bis sie von Branly noch einmal gemacht wurde und zwar nunmehr unmittelbar zum Zwecke des Empfangs elektrischer Wellen, so daß Branly trotz seines Vorläufers als der eigentliche Erfinder des Kohärers anzusehen ist. Daß der kleine Apparat heute weder in der Wissenschaft, noch in der Technik mehr eine Rolle spielt, schmälert die Verdienste Branlys durchaus nicht, denn etwa zehn Jahre lang war sein Kohärer das einzige praktisch wirklich brauchbare Empfangsinstrument. Mit ihm sind daher zahlreiche bedeutende Erfolge im Entwicklungsgang der Radiotechnik verknüpft.

Branly, der heute noch in Paris lebt, wurde für die Erfindung des Kohärers im Jahre 1909 zum Ritter der Ehrenlegion ernannt. „Weil er die Grundlagen der drahtlosen Telegraphie erfand", heißt es in der Ernennungsurkunde. Diese Behauptung stimmt nach dem Gesagten nicht ganz, denn sie bauscht Branlys Verdienste zu stark auf. Man kann sie aber schließlich als Ausfluß des gallischen Überschwangs betrachten, da die Kinderjahre der Radiotechnik tatsächlich sozusagen ganz im Zeichen des Kohärers standen.

Digitized by Google

Edouard Branly

Digitized by Google

8. Alexander S. Popow

Alexander Stepanowitsch Popow wurde im Jahre 1859 in einem kleinen Uralstädtchen als Sohn eines Geistlichen geboren. Seine erste Schulbildung erhielt er im Priesterseminar in Perm. Da er aber schon damals eine starke Neigung zur Mathematik und Physik zeigte, besuchte er nach bestandenem Examen das Permer Gymnasium, von wo er im Jahre 1877 an die Universität Petersburg ging, um dort Mathematik und Physik zu studieren. Im Jahre 1883 nahm Popow eine Assistentenstelle an einem Institut in Kronstadt an, das dazu diente, Offiziere im Minenwesen auszubilden, hielt aber während seiner Tätigkeit an dieser Anstalt seine Verbindung mit der Wissenschaft dauernd aufrecht. 1888 wurde Popow zum Vorsteher der Abteilung für praktische Physik am Mineninstitut ernannt; in dieser Eigenschaft hatte er mit allen technisch-physikalischen Fragen zu tun, die im Minenwesen und bei so vielen anderen militärischen Aufgaben in reicher Fülle auftreten.

Im Jahre 1894 lernte Popow die Untersuchungen von Lodge und Hertz über hochfrequente elektrische Schwingungen kennen. Er stellte sich daraufhin die Aufgabe, die Hertzschen Versuche mit dem soeben erfundenen Kohärer (s. S. 28) zu wiederholen und auf größere Entfernungen auszudehnen. Dabei bemerkte er, daß sich elektrische Schwingungen längs Drähten fortpflanzen, was ihn veranlaßte, Leitungsdrähte senkrecht empor in die Luft zu führen, längs denen sich die elektrischen Wellen ausbreiten sollten. Mehrere Tage lang ließ er über dem Garten seines Hauses zwei kleine Ballons schweben, die dazu dienten, diese Luftdrähte (Antennen) möglichst hoch empor zu heben. Ob Popow schon damals die richtige Vorstellung davon besaß, wie der Antennendraht wirkt, erscheint zweifelhaft. Auf alle Fälle hat er aber als einer der ersten Forscher und jedenfalls unabhängig von Marconi mit Antennen gearbeitet. Seine Erfahrungen legte er bereits am 7. Mai 1895 der Russischen Physikalischen und Chemischen Gesellschaft in Petersburg vor.

Im Jahre 1896 wurde bekannt, daß Marconi in England erfolgreiche Telegraphieversuche mit elektrischen Wellen anstelle; diese Gerüchte veranlaßten Popow, seinem Lieblingsgedanken einer drahtlosen Telegraphie von neuem nachzugehen. Bei seinen vorgesetzten Behörden stieß er jedoch auf erhebliche Schwierigkeiten, so daß er die Kosten seiner Versuche fast ganz aus eigenen Mitteln bestreiten mußte.

Digitized by Google

Alexander S. Popow

Digitized by Google

Erst mit den Erfolgen stellte sich auch die Anerkennung ein; so erhielt Popow 1898 eine Prämie der Russischen Technischen Gesellschaft. Im Jahre 1899 gelang es ihm bereits, Entfernungen bis zu 35 Kilometer drahtlos zu überbrücken. Im Dezember des gleichen Jahres kam Popow ein Zufall zu Hilfe, der auch weitere Kreise auf seine Versuche aufmerksam machte. Das russische Panzerschiff „Apraxin" erlitt auf offener See eine Havarie gerade zu der Zeit, wo die Ostsee bei starker Kälte zuzufrieren begann. Man sah ein, daß in solchen Fällen nur die drahtlose Telegraphie helfen könne, und Popow erhielt nunmehr den Auftrag, eine Reihe von Kriegsschiffen mit drahtlosen Stationen auszurüsten.

Im Jahre 1901 wurde Popow Professor der Physik am Elektrotechnischen Institut in Petersburg. Leider hatte er mit der Einrichtung dieser Anstalt und seiner Lehrtätigkeit so viel zu tun, daß er sich dem Bau von Funkstationen nicht mehr mit voller Kraft widmen konnte. Die Folge davon war, daß es beim Ausbruch des russisch-japanischen Krieges auf russischer Seite nur wenige brauchbare Funkstationen gab, ein Mangel, der erst während des Krieges allmählich beseitigt werden konnte.

Im Oktober 1905 wurde Popow zum Direktor des Elektrotechnischen Instituts in Petersburg erwählt, doch starb er schon wenige Wochen darauf, am 31. Dezember 1905, anscheinend infolge der Aufregungen, die sein Amt und mehr noch die politischen Wirren jener Zeit mit sich brachten. Außer der Antenne hat Popow keine grundlegende Erfindung auf unserem Gebiet gemacht. Trotzdem gehört auch er zu seinen Pionieren, weil es in erster Linie seiner Tatkraft zu verdanken war, daß Rußland seine Flotte schon so früh mit verhältnismäßig brauchbaren Funkstationen ausrüstete.

9. Adolf Slaby

Adolf Slaby wurde als Sohn eines kleinen Handwerkers am 18. April 1849 in Berlin geboren. Schon auf der Schule zeigte er große Begabung für die Naturwissenschaften und zudem einen beträchtlichen Ehrgeiz, mit dem er es durchsetzte, trotz äußerst geringer Mittel zu studieren. Nach bestandenem Examen (1873) wurde Slaby zunächst Lehrer für Mathematik und Mechanik an der Gewerbeschule in Potsdam, bis er sich 1886 als Privatdozent an der Berliner Gewerbeakademie niederließ. Damals beschäftigte er sich schon seit Jahren hauptsächlich mit elektrotechnischen Fragen, und so wurde er schließlich als Profes-

Digitized by Google

Adolf Slaby

Digitized by Google

sor der Elektrotechnik an die Technische Hochschule in Charlottenburg berufen. Slaby durfte sich der Freundschaft Werner v. Siemens' und der Wilhelms II. erfreuen, auf dessen unmittelbare Anregung es u. a. zurückzuführen ist, daß Slaby sich schon Ende der 90er Jahre mit der Radiotechnik befaßte. Durch Preece, den damaligen Leiter des englischen Telegraphenwesens, erhielt Slaby eine Einladung zu den ersten Versuchen mit drahtloser Telegraphie, die Marconi in England machte; dabei wurde sogleich eine Entfernung von 12 Kilometern überbrückt. Nach seiner Rückkehr nahm Slaby die Aufgabe ebenfalls praktisch in Angriff, wobei ihm die fast unbeschränkten Hilfsmittel an Mannschaften und Material, die ihm auf Veranlassung des Kaisers zur Verfügung standen, sehr dienlich waren. Am 7. Oktober 1897 gelang es ihm bereits, auf eine Entfernung von 21 Kilometern drahtlos zu telegraphieren, und bald darauf konnte er mit zwei 30 Meter hohen Antennen die Entfernung auf 48 Kilometer steigern. In den folgenden Jahren arbeitete Slaby vor allem gemeinsam mit Graf Arco, und wenn dabei auch keine eigentlich grundlegenden Erfindungen gemacht wurden, so war es doch zum größten Teil Slabys Werk, daß das Problem der drahtlosen Telegraphie von mehreren Forschern in Deutschland energisch in Angriff genommen wurde. Die moderne Entwicklung der Radiotechnik hat Slaby nicht mehr miterlebt; er starb am 6. April 1913 nach längerem Leiden.

Das Hauptverdienst Slabys liegt darin, daß er immer wieder auf die Bedeutung der Abstimmung in der Radiotechnik aufmerksam machte. Heute erscheint die Forderung nach Resonanz zwischen Sender und Empfänger jedem nur einigermaßen Sachkundigen selbstverständlich; in den ersten Jahren der Funktechnik aber war man sich über diese wichtige Arbeitsbedingung durchaus nicht klar. Zu einem großen Teil lag das daran, daß man in jenen Zeiten keine Hilfsmittel hatte, um die verwendeten Wellenlängen auch nur einigermaßen genau zu messen. Die ganze Arbeit bestand daher mehr oder weniger in einem Tasten und Probieren, und erst allmählich klärten sich die Verhältnisse, bis man schließlich den ganzen Fragenkomplex einigermaßen durchschaute. An dieser Klärung der grundlegenden Probleme hat Slaby hervorragenden Anteil gehabt; auch spielte das von ihm gemeinsam mit Graf Arco und der A.E.G. entwickelte Funkensender-System mehrere Jahre lang eine große Rolle, bis daraus durch Verschmelzung mit dem von Siemens & Halske geförderten Braunschen System das Telefunken-System entstand (s. S. 35), zu dessen Verwertung die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" in Berlin mit Graf Arco als Leiter gegründet wurde.

Digitized by Google

10. Georg Graf v. Arco

Georg Graf v. Arco, heute Generaldirektor der weltbekannten Telefunken-Gesellschaft, wurde am 30. August 1869 in Großgorschütz in Oberschlesien geboren. Nachdem er in Breslau die Reifeprüfung bestanden hatte, wollte er zunächst Offizier werden. Seine Neigung zur Technik drang aber schon nach kurzer Zeit durch, so daß er die Offizierslaufbahn aufgab und an der Technischen Hochschule in Charlottenburg zu studieren begann. Hier wurde Graf Arco Anfang der 90er Jahre mit Professor Slaby bekannt, der ihn auf das Gebiet der drahtlosen Telegraphie hinwies. Nach vollendetem Studium trat Graf Arco als Radio-Ingenieur bei der A.E.G. ein, in deren Diensten er blieb, bis aus dem etwa um 1900 gegründeten radiotechnischen Laboratorium der A.E.G. und dem gleichartigen Versuchsbetrieb der Siemens & Halske A.G., wo man u. a. das Sendesystem Professor Brauns (s. S. 38 f.) durchgebildet hatte, 1903 die heute auf der ganzen Erde als Telefunken-Gesellschaft bekannte „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" entstand, deren technische und wissenschaftliche Leitung Graf Arco übernahm.

Es ist schwer, einen mitten im vollen Schaffen stehenden Ingenieur nach seinen wissenschaftlichen und technischen Leistungen richtig zu würdigen, besonders wenn er im Dienst einer Großfirma arbeitet, wo die wirkliche Durchführung der grundlegenden Ideen stets einer Reihe von Hilfskräften vorbehalten bleibt. So ist Graf Arco im allgemeinen nicht als Erfinder hervorgetreten, wenigstens ist der Öffentlichkeit nur wenig darüber bekannt geworden. Die außerordentliche Entwicklung seiner Gesellschaft dürfte aber der beste Beweis für den Wert seiner Leistungen sein. Vor allem hat es Graf Arco genau wie Marconi stets verstanden, fruchtbringende neue Gesichtspunkte in ihrer Bedeutung rechtzeitig zu erkennen und für ihre Durcharbeitung bis zur technischen Brauchbarkeit zu sorgen. So wurde ihm schon früh die Bedeutung der Wienschen Stoßerregung klar, auch verdanken wir in erster Linie ihm die Entwicklung des meist als Hochfrequenzmaschine System Telefunken bezeichneten Frequenztransformators, der noch heute in Nauen zur Erzeugung der hochfrequenten Schwingungen dient.

In diesem Frequenztransformator verwertete Graf Arco Gedanken, die zu Anfang unseres Jahrhunderts mehrfach ausgesprochen worden waren. Sie lassen sich folgendermaßen umschreiben: Schickt man Wechselstrom durch einen Transformator von solcher Windungszahl der Primär-

Digitized by Google

spule, daß der Eisenkern sich stark sättigt, so wird die Kurvenform des Wechselstroms verzerrt. Während reiner Wechselstrom die bekannte einfache Schwingungsform der Sinuslinie hat, nimmt der durch einen stark gesättigten Eisenkern verzerrte Wechselstrom eine Kurvenform an, die man sich durch Abflachung der Spitzen entstanden denken kann. Eine solche verzerrte Stromkurve deutet darauf hin, daß die Schwingung, die sie hervorgebracht hat, sich aus einer Grundschwingung und einer Reihe von Oberschwingungen zusammensetzt. Beim näheren Studium dieser Erscheinung stieß Graf Arco auf einen Vorschlag, der schon 1902 von Epstein ausgesprochen worden war. Der Wechselstrom wird durch einen Transformator geschickt, dessen Kern man durch Gleichstrom „vormagnetisiert" hat. Diese Vormagnetisierung verändert die eine Hälfte des Wechselstromes kaum, während sie die andere stark verzerrt. Durch geschickte Vereinigung zweier derartiger Transformatoren erreichte Graf Arco, daß Wechselstrom von der doppelten Frequenz entstand und zwar mit einem Nutzen von 85 – 90%. Diese hohe Nutzwirkung ist übrigens auch der Verwendung des Resonanzprinzips zuzuschreiben; denn der in seiner Frequenz verdoppelte Strom wird durch Resonanzabstimmung von dem ursprünglichen Wechselstrom getrennt.

Es ist an sich denkbar, auf diesem Wege durch wiederholte Anwendung des Prinzips beliebig hohe Frequenzen zu erzeugen. Praktisch stellen sich dem aber verschiedene Schwierigkeiten entgegen. Wenn nämlich auch der Wirkungsgrad bei jeder Verdoppelung etwa 85% beträgt, so beträgt er doch schon bei einer Frequenz-Vervierfachung insgesamt nur noch wenig über 70% und bei einer Verachtfachung nur noch etwa 60%. Dazu kommt, daß die Verluste in den Transformatoren mit steigender Frequenz immer größer werden, so daß die Nutzwirkung in Wirklichkeit noch wesentlich schneller abnimmt. Aus diesem Grunde geht Graf Arco von einem Generator aus, der von vornherein Wechselstrom von möglichst hoher Frequenz liefert. So besitzt die Großstation Nauen u. a. einen Wechselstromgenerator, der bei einer Leistung von 600 kW Wechselstrom von 600 Volt und 6000 Perioden liefert. Dieser Strom wird in zwei Frequenztransformatoren nacheinander auf 24 000 Perioden umgeformt, entsprechend einer Wellenlänge von 12 500 m. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage beträgt 66%. Die Voraussetzung für diese immer noch recht günstige Nutzwirkung ist die Verwendung besonders hochwertiger Eisensorten im Generator wie in den Transformatoren. Die Transformatorkerne sind aus 0,07 mm starken Blechen aufgebaut; der Materialwert des hierzu verwendeten Eisens ist außerordentlich hoch.

Digitized by Google

Georg Graf v. Arco

Digitized by Google

Die Arcosche Hochfrequenzmaschine ist in verschiedenen Größen teilweise schon über ein Jahrzehnt im Betrieb und zwar nicht nur in Nauen, sondern auch in überseeischen Großstationen. In dieser Zeit hat sich das beschriebene Prinzip vollauf bewährt. Ob es sich im Wettbewerb mit den übrigen Hochfrequenzmaschinen und den Röhrensendern auf die Dauer durchsetzen kann, ist allerdings eine Frage, die erst die Zukunft entscheiden wird.

Eine kleinere Erfindung Graf Arcos, die aber ebenfalls von größter Tragweite für die Entwicklung der Radiotechnik war, ist der Wellenmesser, den er zu Anfang unseres Jahrhunderts einführte. Dieses dem Radioingenieur heute unentbehrliche Werkzeug, das obendrein so einfach ist, daß es sogar der Funkfreund ohne Schwierigkeiten selber anfertigen kann, bedeutete in jenen Anfangszeiten der Funktechnik einen ganz gewaltigen Fortschritt, wurde es doch erst dadurch möglich, festzustellen, mit welcher Wellenlänge man arbeitete und was man unternehmen mußte, um beispielsweise einen Sender und einen Empfänger aufeinander abzustimmen.

Das Hauptverdienst Graf Arcos lag aber wohl zu allen Zeiten darin, daß er es verstand, seiner Gesellschaft die Mitarbeit der besten Köpfe zu sichern und diese Mitarbeiter — was noch schwerer wiegt — auf die Dauer zu halten. Darin ist die Bedeutung der „Telefunken-Gesellschaft" zu einem guten Teile verankert, so daß ihr Weltruf tatsächlich mittelbar und unmittelbar das Werk ihres Leiters ist.

11. Ferdinand Braun

Ferdinand Braun wurde am 6. Juni 1850 in Fulda geboren. Er studierte in Marburg und Berlin und wurde hier 1870 Assistent des Physikers Quinke. Als Quinke bald darauf als Professor nach Würzburg berufen wurde, ging Braun mit dorthin. Von 1874 bis 1876 war er als Oberlehrer in Leipzig tätig, arbeitete jedoch auch während dieser Zeit wissenschaftlich weiter und schuf schon damals die Grundlagen für einen Apparat, der später in der Radiotechnik große Bedeutung erlangen sollte, für den Kristalldetektor.

Im Jahre 1876 wurde Braun als Professor für Physik an die Universität Marburg berufen, von wo er 1880 nach Straßburg ging. 1883 finden wir ihn an der Technischen Hochschule Karlsruhe, 1884 an der Universität Tübingen. Von hier wurde Braun 1895 als Direktor des Physikalischen Instituts nach Straßburg zurückberufen, wo er bis zum Ausbruch des Krieges blieb. Gegen Ende des

Digitized by Google

Ferdinand Braun

Digitized by Google

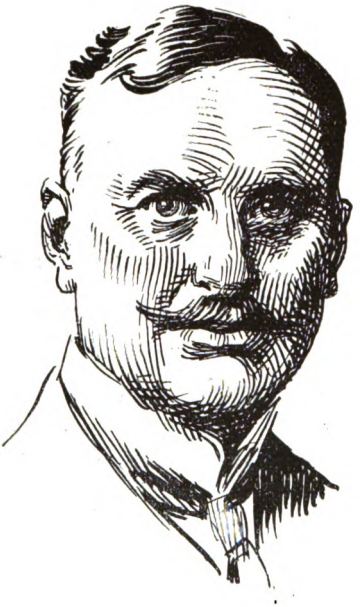
Jahres 1914 reiste er als Sachverständiger in einem Patentstreit durch die englische Blockade nach Amerika. Die Kriegserklärung der Vereinigten Staaten machte es ihm unmöglich, nach Deutschland zurückzukehren, trotzdem sich inzwischen ein schweres Leiden bei ihm eingestellt hatte. Hieran ist er am 20. April 1918 in Neuyork gestorben.

Braun zeichnete sich nicht allein durch hervorragende menschliche Eigenschaften aus, er war auch ein Physiker von weitem Blick, dem die Wissenschaft zahlreiche Arbeiten aus den verschiedensten Gebieten verdankt. Berühmt geworden ist er aber hauptsächlich durch seine Untersuchungen auf dem Gebiet der Radiotechnik. Unter anderem erkannte er zuerst die Bedeutung der Abstimmung von Sender nach Empfänger; auf dieser Grundlage schuf er die nach ihm benannte Schaltung, durch die man der Antenne weit größere Energien zuführen konnte, als bis dahin, während sich zugleich die Antennendämpfung beträchtlich verminderte.

Das wichtigste Kennzeichen der Braunschen Schaltung ist die Einführung eines geschlossenen Schwingungskreises in den Sender. Die schwingfähige Sendeantenne wurde mit einem ebenfalls schwingfähigen, aber geschlossenen Kreise gekoppelt, woraus sich ein wichtiger Vorteil ergab: Einer Sendeantenne kann man nämlich bei einer bestimmten erreichbaren Höchstspannung nur eine begrenzte Höchstenergie zuführen, die sich aus der Antennen-Kapazität ergibt. Diese Kapazität aber kann man keineswegs beliebig groß machen, weil sonst die Wellenlänge der Antenne zu groß wird und die Strahlung daher zu sehr abnimmt. Die Kapazität eines geschlossenen Kreises dagegen läßt sich sehr groß machen, wenn man nur die Selbstinduktion entsprechend klein wählt. Weiterhin hat die Spannungserregung durch den geschlossenen Kreis den großen Vorteil, daß die Funkenstrecke in der Antenne wegfällt, wodurch sich die Dämpfung der Antennenschwingungen beträchtlich vermindert. Auch dieser Umstand trägt zur Erhöhung der Sendeenergie ganz erheblich bei.

Allerdings war der ursprüngliche Braunsche Sender, der um die Jahrhundertwende von der Siemens & Halske A.G. gebaut wurde, noch keineswegs technisch vollkommen. Sein Hauptnachteil bestand darin, daß sich infolge der festen Koppelung des geschlossenen Schwingkreises mit der Antenne zwei verschiedene Wellen ausbildeten, was den Empfang empfindlich beeinträchtigte. Ganz abgesehen von der Verkehrserschwerung, die entstehen würde, wenn sämtliche Sender mit zwei verschiedenen Wellen strahlten, — denn man könnte unter diesen Umständen ja nur die Hälfte der sonst möglichen Sender einrichten, — hat die Ausbildung von zwei Wellen auch den Nachteil, daß die tatsächliche

Digitized by Google



Max Wien

Digitized by Google

Nutzwirkung des Senders nur halb so groß ist wie beim Ausstrahlen einer einzigen Welle. Dieser Mangel der alten Braunschen Schaltung wurde endgültig durch die Löschfunkenerregung Wiens (s. S. 43) beseitigt, die sich also auf Brauns Vorarbeit stützt. Trotzdem war seinerzeit die Einführung des Braunschen Senders ein Fortschritt von grundlegender Bedeutung, was sich am klarsten daraus ergibt, daß auch heute noch die Sender sämtlicher Systeme die Grundgedanken Brauns benützen, allerdings der Entwicklung der Technik entsprechend in beträchtlich verbesserter Form.

Wie ich oben schon sagte, ist Braun auch der Schöpfer des Kristalldetektors, durch den er den unzuverlässigen Kohärer ersetzte. Bei vielen anderen Problemen war Braun gleichfalls teils anregend, teils schöpferisch tätig. So versuchte er schon früh, den Richtempfang einzuführen, zunächst durch Verwendung schwachgeneigter Empfangsantennen, dann mit Hilfe der Rahmenantenne, deren Einführung in die Praxis zum großen Teil sein Werk ist. Auch der Wellenmesser verdankt seine schnelle Verbreitung nicht zuletzt den Arbeiten Brauns und seiner Schüler, denn aus Brauns Laboratorium sind viele unserer heutigen Funkfachleute hervorgegangen.

12. Max Wien

Am 25. Dezember 1866 in Königsberg (Pr.) geboren, besuchte Max Wien zunächst das Gymnasium seiner Vaterstadt, um dann in Königsberg, Freiburg und zuletzt unter Helmholtz in Berlin Physik zu studieren. 1891 ging Wien als Assistent Röntgens nach Würzburg, wo er bald darauf Privatdozent wurde. Als solcher arbeitete er schon über gekoppelte Schwingungen, das Gebiet, auf dem er später seine größten Erfolge erzielte. Hier konstruierte er auch gelegentlich seiner Arbeiten über elektrische Schwingungen das Drehvariometer, bestehend aus zwei Spulen, von denen die eine so in der andern steckt, daß man sie um 180° gegeneinander verdrehen kann.

Im Jahre 1898 ging Wien als Privatdozent nach Aachen, wo er sich weiterhin mit Arbeiten über elektrische Schwingungen befaßte. Seine Haupterfolge hatte er jedoch in Danzig, wohin er im Jahre 1904 als Professor für Physik berufen wurde. Bei seinen Arbeiten über gekoppelte Schwingungen bemerkte er hier, daß bei einer Verkleinerung der Funkenstrecke außer den längst bekannten beiden Koppelungswellen (s. S. 40) eine dritte Welle von mittlerer Länge in Erscheinung trat. Sie wurde um so stärker, je kürzer man die Funkenstrecke machte und je günstiger allgemein die Bedingungen für ein

Digitized by Google

schnelles Abreißen des Funkens wurden. Durch systematische Bearbeitung dieser Beobachtungen kam Wien zur Löschfunkenstrecke, einer Funkenstrecke aus zwei Platten von gut wärmeleitfähigem Material, die in nur 0,1 Millimeter Abstand einander gegenüberstehen. Diese Löschfunkenstrecke ermöglichte, in den Braunschen gekoppelten Sender eingebaut, die Erzeugung schwach gedämpfter Schwingungen von nur einer Wellenlänge, was damals ein ganz bedeutender Fortschritt war. Bis tief in die Weltkriegszeit hinein waren die Löschfunkensender die am stärksten verbreiteten Sender überhaupt, und noch heute sind viele kleinere Sendestellen, besonders auf Schiffen, mit Löschfunkensendern ausgerüstet. Sie arbeiten vor allem in der Form der „tönenden Funken", die dadurch entstehen, daß man die Löschfunkenstrecke mit mittelfrequentem Wechselstrom von beispielsweise 500 Perioden erregt.

Im Jahre 1911 wurde Wien als Professor für Physik nach Jena berufen, wo er noch heute tätig ist. Während des Weltkriegs arbeitete er besonders an der Entwicklung der Röhrensender und Röhrenempfänger. Diese Studien führten ihn u. a. zu dem Vorschlag, an Stelle der damals allgemein üblichen Röhren mit Gitter eine plattenförmige Steuerelektrode zu verwenden, die in der Nähe des Heizdrahts, aber auf der entgegengesetzten Seite wie die Anode, angebracht werden sollte. Die Versuche, die man auf diese Anregung Wiens hin damals ausführte, sind anscheinend nicht zu einem brauchbaren Abschluß gelangt. Neuerdings aber hat man den Gedanken wieder aufgegriffen, denn heute werden derartige Röhren von der Dr. E. F. Huth G. m. b. H. in den Handel gebracht; sie sollen den sonst üblichen Eingitterröhren durchaus gleichwertig sein.

13. Valdemar Poulsen

Valdemar Poulsen wurde am 23. November 1869 in Kopenhagen geboren, wo er auch die Schule besuchte und von 1889 bis 1893 studierte. Nach Beendigung seines Studiums trat er in die „Kopenhagener Telephongesellschaft" ein, in deren Versuchslaboratorium er längere Zeit eine führende Rolle spielte.

In der Öffentlichkeit wurde Poulsen zum erstenmal durch die Pariser Weltausstellung von 1900 bekannt, wo er sein Telegraphon vorführte. Bei dessen Konstruktion war Poulsen von der Absicht ausgegangen, vor allem Telephongespräche, dann aber auch beliebige Sprache und Musik leicht reproduzierbar aufzunehmen. Er verwendete hierzu einen langen Stahldraht, der durch die Telephonströme magnetisiert wurde. Der Stahldraht wird zu diesem Zweck vorerst

Digitized by Google

vollkommen entmagnetisiert und auf eine Trommel gespult. Sobald man das Telegraphon in Betrieb setzt, führt ein kleiner Motor den Stahldraht vor den Polen eines Elektromagneten vorbei, um dann den Draht auf eine zweite Trommel zu wickeln. Durch die Elektromagnetspulen fließt der Telephonstrom, so daß der Draht den Schwingungen der Sprache entsprechend bald stärker, bald weniger stark magnetisiert wird. Sollen die so erhaltenen magnetischen Aufzeichnungen wieder in Schall verwandelt werden, so wird der magnetische Stahldraht durch eine ganz ähnliche Anordnung vor den Polen eines zweiten Elektromagneten vorbeigeführt, in dessen Wicklung er entsprechend seiner wechselnden Magnetisierung Wechselströme induziert, die durch ein gewöhnliches Telephon gehen und sich so in Schallschwingungen, d. h. Sprache oder Musik, verwandeln. Das Telegraphon hat zwar bis heute nicht die Bedeutung gewonnen, die Poulsen seinerzeit erwartete, doch zeigte die Erfindung immerhin, daß ihr Urheber ein hervorragend befähigter und origineller Kopf war. Die gleiche Vorrichtung versuchte Poulsen später bei der Schnelltelegraphie als Empfänger zu verwenden; sie hat sich aber für diesen Zweck nicht gut bewährt.

In der Radiotechnik hat Poulsen seinen großen Ruf durch die Erfindung des Lichtbogensenders erlangt. Die Arbeiten mehrerer Physiker, besonders des Iren Duddell und des Göttinger Professors H. Th. Simon, hatten gezeigt, daß man mit einem Lichtbogen elektrische Schwingungen erzeugen kann. Poulsen gelang es als erstem, diese Erkenntnis praktisch anzuwenden und so schnelle Schwingungen zu erzeugen, wie sie für die drahtlose Telegraphie erforderlich sind. In den folgenden Jahren hat er sein System, das völlig ungedämpfte Schwingungen liefert und damit auch zum erstenmal eine drahtlose Telephonie möglich machte, gemeinsam mit dem Physiker Pedersen soweit entwickelt, daß zahlreiche, teils sehr starke Sender mit dem Poulsenschen Lichtbogen-Generator ausgerüstet wurden. Viele davon sind noch heute im Betrieb.

Die Hauptarbeit Poulsens bestand also in der Entwicklung der bereits bekannten Erscheinung der Lichtbogenschwingungen zur technischen Anwendung in der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Als Ausgangspunkt diente dabei die Erkenntnis, daß ein Lichtbogen Schwingungen von um so höherer Frequenz zu erzeugen vermag, je kürzer er ist und je besser seine positive Elektrode gekühlt wird. Diese Forderung erfüllte Poulsen dadurch, daß er bei seinem Lichtbogensender als positive Elektrode einen hohlen Kupferzylinder verwendete, den er durch fließendes Wasser kühlte. Zugleich bettete er den Lichtbogen in eine Wasserstoff- oder Leuchtgasatmosphäre ein, was das Einsetzen der

Digitized by Google

Valdemar Poulsen

Digitized by Google

Schwingungen ebenfalls erleichterte. Ein kräftiger Blaselektromagnet (magnetisches Gebläse) sorgt dafür, daß der Lichtbogen stets rechtzeitig wieder abreißt. Die Kupferelektrode wird durch einen kleinen Elektromotor dauernd gedreht, was ebenfalls zur Erhaltung eines gleichförmigen Lichtbogens beiträgt.

Poulsen ist übrigens auch der Erfinder des Tickers. Erfahrungsgemäß macht der Empfang ungedämpfter elektrischer Wellen beträchtliche Schwierigkeiten, wenn die Wellen nicht irgendwie „moduliert" sind. Da der Lichtbogensender ungedämpfte Wellen liefert, mußte Poulsen auf irgendein einfaches Modulationsverfahren bedacht sein, um den Empfang der mit seinem Sender gegebenen telegraphischen Zeichen mit den normalen Empfängern zu ermöglichen. Diese Aufgabe löste er dadurch, daß er die Schwingungen des Empfängers mit Hilfe eines kleinen, schnell schwingenden Unterbrechers regelmäßig unterbrach. Die übrigbleibenden Erregungszustände setzten sich dann zu Stromstößen zusammen, die auf das Telephon des Empfängers wirkten und hier einen hörbaren Ton erzeugten. Heute hat der Ticker keine praktische Bedeutung mehr, weil er durch das viel einfachere und leistungsfähigere Überlagerungsverfahren mit der Audionröhre ersetzt worden ist (S. 51). In der Anfangszeit der Telegraphie mit ungedämpften Wellen spielte er aber eine bedeutende Rolle.

Die erfolgreiche Tätigkeit Poulsens fand von den verschiedensten Seiten her Anerkennung. Unter anderem wurde der Erfinder im Jahre 1909 von der Universität Leipzig zum Ehrendoktor ernannt. Möglicherweise wird der Poulsensender im Laufe des kommenden Jahres durch den Maschinen- und vor allem den Röhrensender verdrängt werden. Der Name Poulsens aber wird in der Geschichte der Radiotechnik stets als der eines ihrer hervorragendsten und geistreichsten Pfadfinder verzeichnet bleiben.

14. Nikola Tesla

Nikola Tesla gilt im allgemeinen als einer der genialsten Vertreter des amerikanischen Erfindertums, da man seinen Namen oft gleich hinter dem Edisons nennt. Seine Wiege aber stand in Europa, denn er wurde im Jahre 1857 in Smiljan (Dalmatien) geboren. Seine Eltern hatten ihn ursprünglich für den geistlichen Beruf bestimmt, doch setzte er es nach Beendigung seiner Schulzeit (1873) durch, daß er seinen Neigungen entsprechend Mathematik und Physik studieren durfte. Zu diesem Zweck besuchte er vier Jahre lang das Polytechnikum in Graz, darauf noch zwei Jahre die Universität Prag.

Digitized by Google

Nikola Tesla

Digitized by Google

Seine erste wichtige Erfindung machte Tesla 1881 in Budapest, wo er den Grundgedanken des Drehfelds und des darauf beruhenden Drehstrom-Motors fand, der heute über die ganze Welt verbreitet ist. Zur Ausnutzung seiner Ideen ging er zuerst nach Frankreich, bald aber (1884) nach den Vereinigten Staaten, wo er seitdem seinen Wohnsitz hat.

In der Öffentlichkeit wurde Tesla vor allem durch den nach ihm benannten Transformator bekannt, der Wechselströme von damals unerhört hoher Spannung und Frequenz zu erzeugen gestattet. Die Versuche, die Tesla damit machte, werden wegen ihres äußerlich glänzenden Eindrucks noch heute oft vorgeführt; sie sind aber auch physikalisch von großer Bedeutung. Im Jahre 1893 begann Tesla in seinem Laboratorium mit Versuchen, elektrische Energie ohne Drahtleitung zu übertragen. Dabei erkannte er u. a. die Bedeutung der Abstimmung zwischen Sender und Empfänger. Es gelang ihm auch, Glühlampen ohne Drahtzuführungen auf recht beträchtliche Entfernung zum Leuchten zu bringen; praktische Bedeutung haben aber diese Versuche bis heute nicht erlangt.

Tesla ist vor allem ein sehr tüchtiger Techniker. Da er sich lange Zeit mit besonderem Interesse den hochfrequenten Wechselströmen widmete, lag es nahe, daß er auch versuchte, derartige Ströme unmittelbar maschinell zu erzeugen. So baute er schon in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts eine Hochfrequenzmaschine, die Wechselstrom von 10 000 Perioden lieferte.

Weiter schlug Tesla schon früh vor, ungedämpfte elektrische Schwingungen nach dem Verfahren der Schwebungen zu empfangen. Seine Idee ging allerdings nicht dahin, die Schwebungen im Empfänger durch Überlagerung mittels eines Hilfssenders hervorzubringen, wie es heute geschieht (s. S. 51), vielmehr wollte er im Sender zwei etwas von einander verschiedene Wellen erzeugen, die bei ihrer Überlagerung hörbare Schwebungen ergeben sollten. Andere Arbeiten Teslas betrafen den tönenden Lichtbogen (s. S. 44).

Tesla wird allgemein als ein äußerst ideenreicher Erfinder anerkannt. Trotzdem er auf keinem Gebiet der Radiotechnik etwas grundlegend Neues geschaffen hat, ist er unbedingt ihren Pionieren zuzuzählen, weil er durch seine unermüdliche Arbeit außerordentlich befruchtend wirkte. Er hat manchen Gedanken schon früh geäußert, der dann von anderer Seite aufgegriffen wurde und in vollendeterer Form zur praktischen Verwirklichung kam. Gegenwärtig lebt Tesla in Neuyork, wo er in seinem wohlausgerüsteten Laboratorium immer noch erfinderisch tätig ist.

Digitized by Google

Reginald Aubrey Fessenden

Digitized by Google

15. Reginald Aubrey Fessenden

R. A. Fessenden wurde am 6. Oktober 1866 in Milton (Kanada) geboren. Über seine Jugendzeit ist nur wenig bekannt. Er besuchte die Schule in Neuyork und in Port Hope im Staate Ontario, um sich dann der Ingenieurlaufbahn zu widmen. Im Jahre 1866, d. h. mit zwanzig Jahren, nahm er eine Stellung als Ingenieur bei der Neuyorker Edison-Gesellschaft an, behielt sie aber nur wenige Jahre bei, da er sich von 1892 dem Lehrberuf widmete. Zunächst las er an der Western University in Philadelphia über Physik, bis man ihn im Jahre 1893 zum Professor der Elektrotechnik ernannte. Im Jahre 1900 wurde er außerdem Mitarbeiter des Wetterbureaus der Vereinigten Staaten.

Etwa um diese Zeit begann Fessenden sich stark mit der drahtlosen Telegraphie zu beschäftigen, die damals gerade in Amerika ihren Einzug hielt. In der Folge hat er zahlreiche wissenschaftliche und literarische Arbeiten über hierher gehörende Fragen ausgeführt. Auch war er erfinderisch erfolgreich tätig. Um 1897 stellte Fessenden die ersten drahtlosen Telephonieversuche an. Diese Experimente hatten jedoch keinen Erfolg, sie wurden daher nach kurzer Zeit abgebrochen. In den Jahren 1905 bis 1910 entwickelte Fessenden gemeinsam mit Alexanderson (s. S. 51 f.) eine Hochfrequenzmaschine, die man nach ihm benannte. Sie war nach den gleichen Grundsätzen gebaut, wie die üblichen Wechselstrommaschinen für niedrige Periodenzahl; die erforderliche Frequenzsteigerung wurde rein durch Vermehrung der Pole und Erhöhung der Umdrehungsgeschwindigkeit erzielt. Die Maschine lieferte einen Hochfrequenzstrom von 100000 Wechseln in der Sekunde bei einer Leistung von etwa 2 kW. Damit konnte Fessenden im Jahre 1907 auf eine Entfernung von 320 km drahtlos telephonieren. Alle Hochfrequenzmaschinen anderer Bauart sind viel später entstanden. Fessenden hat daher das Verdienst, die erste brauchbare Hochfrequenzmaschine erbaut zu haben.

Technische Bedeutung hat diese Maschine allerdings nie bekommen. Bau und Betrieb machten so große Schwierigkeiten, daß sie sich zum normalen technischen Gebrauch nicht eignete. Dagegen haben sich spätere Modelle für Wechselströme von geringerer Frequenz, die Alexanderson aus dieser ersten Form entwickelte, durchaus bewährt.

Fessenden wollte aber nicht nur drahtlos telephonieren, sondern auch drahtlose Morsezeichen mit ungedämpften Wellen senden. Während der Empfang von Funksendern mit einem Kristalldetektor

Digitized by Google

keine Schwierigkeiten macht, ist der Empfang ungedämpfter Schwingungen nicht so einfach, weil keine Tonfrequenz vorhanden ist, die nach der Gleichrichtung im Telephon hörbar gemacht werden kann. Poulsen hat diese Schwierigkeit durch seinen Ticker besiegt (siehe Seite 46). Fessenden kam auf den glücklichen Gedanken, die Tonfrequenz dadurch zu erzeugen, daß den empfangenen Schwingungen die Wellen eines Hilfssenders, beispielsweise eines kleinen Lichtbogensenders, überlagert wurden. Aus dieser Idee entstand der moderne Schwebungsempfang (1907), denn wenn man den Schwingungen des Hilfssenders eine etwas größere oder kleinere Wellenlänge gibt als den empfangenden Schwingungen, so entstehen Schwebungen, die nach erfolgter Gleichrichtung im Telephon hörbar sind. Dieses Verfahren zum Empfang ungedämpfter Wellen hat vor dem Ticker den großen Vorteil, daß keine Energie verloren geht, daß man die Tonhöhe der empfangenen Zeichen nach Belieben einstellen kann und eine noch viel weitergehende Freiheit von störenden Sendern erzielt. Das Überlagerungsverfahren ist daher zum Empfang ungedämpfter Sender heute allgemein üblich.

Eine weitere Erfindung Fessendens war ein Löschfunkensender mit rotierender Funkenstrecke (1904), bei der die eine Hälfte der Elektroden am Umfang eines Rades saß. Die Umlaufgeschwindigkeit des Rades ließ sich in gewissen Grenzen regeln; dadurch konnte die Tonhöhe des Senders nach Wunsch eingestellt werden. Die Entwicklung der Hochfrequenzmaschinen und der Röhrensender hat jedoch auch diese Art der Funkenerregung verdrängt, so daß sie nur noch historisches Interesse besitzt. Weiterhin erfand Fessenden unabhängig von Schlömilch den elektrolytischen Detektor und ein elektrodynamisches Telephon zur bequemen Aufnahme der Überlagerungstöne beim Schwebungsempfang. Endlich sind seine Untersuchungen über gerichtete Telephonie zu erwähnen, mit denen der Erfinder sich längere Zeit beschäftigte. Wenn auch nicht alle Arbeiten Fessendens zu Erfindungen von dauernder Bedeutung führten, so hat er doch die Entwicklung der Funktechnik zu einem guten Teile richtunggebend bestimmt.

16. E. F. W. Alexanderson

Wir hörten den Namen Alexanderson schon als Mitarbeiter Fessendens. Geboren wurde Ernst Frederik Werner Alexanderson am 25. Januar 1878 in Upsala (Schweden). Nach zurückgelegter Schul-

Digitized by Google

zeit studierte er zuerst an der Universität Lund, dann an der Technischen Hochschule in Stockholm und schließlich in Berlin. Hernach ging Alexanderson nach den Vereinigten Staaten, wo er 1901 in den Dienst der C. & O. Electric-Company eintrat. Schon im folgenden Jahre trat er jedoch zur General Electric-Company über, bei der er heute noch in leitender Stellung tätig ist. Nebenbei ist Alexanderson erster Ingenieur der Radio-Corporation of America.

Alexanderson hat sich um die technische Ausgestaltung des Funkwesens in den Vereinigten Staaten große Verdienste erworben. Er führte zuerst das Eisen in die Hochfrequenztechnik ein, dessen Verwendung man vorher wegen seiner besonderen magnetischen Eigenschaften für unmöglich gehalten hatte. Ferner entwickelte er Frequenz-Transformatoren für Leistungen bis zu 200 Kilowatt, doch war er auch auf anderen Gebieten der Funktechnik tätig, so in der Entwicklung der Empfänger und auf dem Gebiet der drahtlosen Mehrfachtelephonie. Als Präsident des „Institute of Radio-Engineers" ist Alexanderson noch heute ein lebhafter Förderer der Radiotechnik.

Weiteren Kreisen wurde der Erfinder zuerst dadurch bekannt, daß er in den Jahren 1905 bis 1910 gemeinsam mit Fessenden den Bau von Hochfrequenzmaschinen in Angriff nahm, deren erstes Modell unmittelbar Wechselstrom von der Frequenz 100 000 lieferte (siehe S. 50). Dazu waren außerordentlich hohe Umlaufsgeschwindigkeiten notwendig, trotzdem man den Eisenkern des Rotors mit einer sehr feinen Zahnteilung und einer entsprechend unterteilten Wicklung versah. Die hohe Drehzahl wurde durch ein Zahnradvorgelege erzielt, eine Vorrichtung, deren Betriebssicherheit erfahrungsgemäß meist zu wünschen übrig läßt. Aus diesem Grunde ging Alexanderson bei allen späteren Modellen, die er allein entwickelte, auf eine Frequenz von 25 000 herunter. Auch diese verbesserte Form stellt ein Kunstwerk des Maschinenbaus dar, beträgt doch die Breite des Luftspalts zwischen dem umlaufenden und dem festen Teil nur 0,6 mm. Der Rotor muß daher mit äußerster Sorgfalt ausbalanciert werden, andernfalls würde die Maschine angesichts der hohen Drehzahl in kürzester Zeit rettungslos zerstört werden.

Wie bei den übrigen Hochfrequenzmaschinen, so sind auch bei Alexandersons Modell besondere Vorrichtungen notwendig, um die Drehzahl mit größter Genauigkeit konstant zu halten. Diese Forderung wird von den Alexanderson-Maschinen, die von der General Electric Company in der Regel mit 200 Kilowatt Leistung gebaut werden, so gut erfüllt, daß sie einen praktisch rein sinusförmigen Strom, der also frei von Oberwellen ist, liefern.

Digitized by Google

C. F. W. Alexanderson

Digitized by Google

Auf anderen Gebieten der Radiotechnik hat Alexanderson gleichfalls wichtige Arbeiten durchgeführt. So verminderte er z. B. durch eine systematische Untersuchung den Antennenwiderstand der amerikanischen Großfunkstelle New-Brunswick von etwa 3 auf rund 0,25 Ohm, und zwar vor allem durch eine wesentliche Verbesserung der Erdung. Wie Meißner in Nauen (s. S. 72), so untersuchte Alexanderson in New Brunswick, wie die Erdungsanlage anzuordnen ist, um den Erdungswiderstand so klein wie irgend möglich zu machen. Dabei kam Alexanderson zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie Meißner, die sich dahin zusammenfassen lassen, daß der Weg der Erdströme so kurz wie möglich sein muß. Um dieser Forderung nachzukommen, wurde in New Brunswick wie in Nauen ein besonderes System von Erdungsdrähten verlegt, dessen Nutzen in der Verminderung der Verluste klar zutage tritt.

Weitere wichtige Arbeiten Alexandersons betreffen die drahtlose Telephonie, insbesondere die Verfahren zur Überlagerung der Sprechschwingungen auf die Antennenschwingungen. Vermutlich ließe diese Aufzählung sich noch stark vermehren, denn wie bei den meisten Erfindern, die im Dienste großer Gesellschaften tätig sind, so ist auch bei Alexanderson wohl nur ein geringer Teil dessen allgemein bekannt geworden, was er tatsächlich geleistet hat.

17. Rudolf Goldschmidt

Rudolf Goldschmidt wurde am 19. März 1876 in Neubukow in Mecklenburg als Sohn eines Kaufmanns geboren. Nach Beendigung seiner Schulzeit sollte er auf Wunsch des Vaters Kaufmann werden, um später das väterliche Geschäft zu übernehmen, doch war seine Neigung zur Technik so groß, daß es ihm schließlich gelang, den energischen Widerstand des Vaters zu überwinden und nach einer Lehrzeit in einer Fabrik landwirtschaftlicher Maschinen die Technischen Hochschulen in Charlottenburg und Darmstadt zu besuchen. Während seiner Studienzeit arbeitete er sich besonders in das Gebiet der Wechselstromtechnik ein, auf dem er später seine großen Erfolge erzielen sollte. Nach Abschluß seiner Studien war Goldschmidt mehrere Jahre lang bei der A.E.G., sowie in Böhmen und England tätig.

Hier wurde er zu Anfang unseres Jahrhunderts mit der drahtlosen Telegraphie bekannt, die ihn bald so fesselte, daß er sich entschloß, seine gute Stellung aufzugeben, um als Privatdozent nach Darmstadt zu ziehen und sich neben seiner Lehrtätigkeit ganz dem Studium der draht-

Digitized by Google

Rudolf Goldschmidt

Digitized by Google

losen Telegraphie zu widmen. Sein Ziel war von vornherein die Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen von großer Leistung in einer Maschine, mit der er den alten Funkensender verdrängen wollte. Die Lösung dieser Aufgabe fand Goldschmidt im Jahre 1907. Sie bestand in einer Wechselstromdynamo, deren Magnetfeld gleichfalls von Wechselstrom durchflossen wurde. Durch Einbau passender Schwingungskreise sollte dafür gesorgt werden, daß Schwingungen von genügender Energie entstehen könnten.

So einfach aber die Erfindung ihrem Grundgedanken nach erschien, so viel Schwierigkeiten waren bei der Durchkonstruktion zu überwinden. Zum Glück besaß Goldschmidt die nötige Zähigkeit, um aller Hindernisse Herr zu werden. Inzwischen haben die von ihm erbauten drahtlosen Stationen Eilvese bei Hannover und Tuckerton bei Neuyork, die im Laufe der Zeit mit immer größeren Goldschmidt-Generatoren ausgerüstet wurden, die Brauchbarkeit seines Systems zur Genüge erwiesen.

Den Grundgedanken der Goldschmidtschen Hochfrequenzmaschine kann man sich etwa folgendermaßen veranschaulichen: In einer von Gleichstrom durchflossenen Spule möge eine zweite Spule gedreht werden. Die magnetischen Kraftlinien der ruhenden Spule treten durch die gedrehte Spule hindurch und erzeugen darin durch die periodische Änderung ihrer Stärke und Richtung einen sinusförmigen Wechselstrom. Die Frequenz dieses Wechselstroms hängt in einfacher Weise von der Drehzahl der bewegten Spule ab. Fließt in der ruhenden Spule an Stelle von Gleichstrom Wechselstrom von der gleichen Frequenz, wie er in der gedrehten Spule entsteht, so wird darin Wechselstrom von der doppelten Frequenz erzeugt. Dieser Strom wirkt natürlich auch auf die ruhende Spule zurück, und wenn man diese durch einen Kondensator von passender Größe so ergänzt, daß ein auf die doppelte Frequenz abgestimmter Schwingkreis entsteht, so entwickeln sich darin Schwingungen von sehr erheblicher Energie. Diese Schwingungen wirken wiederum auf die bewegte Spule ein und erzeugen darin einen Wechselstrom von der dreifachen Grundfrequenz.

Theoretisch läßt dieses Wechselspiel sich beliebig weit fortsetzen. Man braucht dazu nur eine Wechselstrommaschine, die außer der Gleichstromerzeugung eine Anzahl abgestimmter Schwingkreise enthält und deren Rotorwicklung sich durch Kondensatoren auf die dreifache, fünffache usw. Frequenz abstimmen läßt. Natürlich wäre es unzweckmäßig, die Kondensatoren in den Rotor hineinzubauen. Aus diesem Grunde führen die Enden der Rotorwicklung zu zwei Schleifringen, an die man die Kondensatoren anschließt.

Digitized by Google

Wie alle übrigen Hochfrequenzmaschinen, so muß auch der Goldschmidtsche Generator sehr genau auf der gleichen Drehzahl gehalten werden. Ursprünglich wurde hierzu eine Handregulierung verwendet, die man aber bald durch eine selbsttätige Reguliervorrichtung ersetzte. Der Wirkungsgrad der Maschine nimmt um so mehr ab, zu je höheren Wellen man übergeht, je höher also die Frequenz-Vervielfachung getrieben wird. Die im Betrieb befindlichen Maschinen begnügen sich deshalb in der Regel mit einer Vervierfachung der Ausgangsfrequenz. Zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten wird die ganze Maschine aus äußerst dünnen Eisenblechen aufgebaut. Ferner wird die Drehzahl zwecks Herstellung einer möglichst hohen Ausgangsfrequenz so hoch gewählt, wie es mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit nur irgend möglich ist. Die Hochfrequenzmaschine der Großfunkstelle Eilvese hat bei einer Antennenleistung von 400 kW eine Wellenlänge von 14 700 m, entsprechend einer Frequenz von rund 20 000. Der Wirkungsgrad der Maschine beträgt dabei etwa 60 %. Außer dieser Welle vermag die Maschine noch eine Sendewelle von 9700 m Länge zu liefern.

Eine weitere Erfindung Goldschmidts, die aber heute ihre Bedeutung völlig verloren hat, ist eine Vorrichtung zum Empfang ungedämpfter Schwingungen: das Tonrad. Es handelt sich dabei um eine schnell rotierende Metallscheibe, die am Rande mit sehr vielen Zähnen versehen ist. Auf diesen Zähnen schleift eine feine Bürste, so daß der Widerstand bei einer Drehung der Scheibe periodisch zu- und abnimmt. Das Rad wurde in die Hochfrequenzleitung des Empfangsapparats eingeschaltet, wo es die hochfrequenten Schwingungen mit einer ebenfalls sehr hohen Frequenz periodisch verstärkte und schwächte. Stellte man den Unterschied zwischen den beiden Frequenzen passend ein, so erhielt man eine periodische Zu- und Abnahme der Empfangsenergie, die den Schwebungen des heutigen Überlagerungsempfangs sehr ähnlich war. Auf diese Weise ließen die hochfrequenten Schwingungen sich hörbar machen, wobei man die Tonhöhe durch die Drehzahl der Metallscheibe in gewissen Grenzen beliebig einstellen konnte. Eine Zeitlang wurde das Tonrad von der C. Lorenz A.-G. gebaut und mit Erfolg für den Empfang ungedämpfter Wellen verwendet, bis das elegantere Verfahren, Schwebungen im Audionempfänger oder mit einem Röhrenüberlagerer herzustellen, es wie den Ticker verdrängte. Diese Erscheinung, daß eine Erfindung eine Zeitlang eine bedeutende Rolle spielt, dann aber durch vollkommenere Einrichtungen ersetzt wird, ist mit dem Fortschritt der Technik untrennbar verbunden. Gegen die Güte einer Erfindung spricht sie also nicht.

Digitized by Google

18. Karl Schmidt

Karl Schmidt bildet mit Graf Arco und Rudolf Goldschmidt das Dreigestirn deutscher Hochfrequenzmaschinen-Konstrukteure. Geboren wurde er am 8. April 1885 zu Wiedersbach in Bayern. Nach beendeter Schulzeit besuchte er zunächst die Universität Würzburg, die er aber schon nach zwei Semestern verließ, um sich dem Studium der Technik zuzuwenden. Er studierte vor allem an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, wo er sich schon früh seinem Sondergebiet, der Elektrotechnik, zuwandte. Nach bestandenem Diplomexamen trat Schmidt im Jahre 1909 bei den Guilleaume-Lahmeyer-Werken in Frankfurt a. M. als Ingenieur ein, wo man ihn besonders im Transformatorenbau beschäftigte. 1910 vertauschte er diesen Posten mit einer Stellung bei der AEG. Hier hatte er unter anderem mit der Berechnung und dem Bau von Hochfrequenzmaschinen zu tun. Im Jahre 1914 trat er in die Dienste der C. Lorenz A.-G., für die er im Laufe der letzten Jahre die nach ihm genannte Hochfrequenzmaschine entwickelte. Für die darin verkörperte Leistung wurde ihm im Jahre 1925 von der Technischen Hochschule in Darmstadt der Ehrendoktor verliehen.

Beim Bau seiner Maschine leitete Schmidt die Absicht, die elektrischen Schwingungen der drahtlosen Telegraphie und Telephonie bis herunter zu den kurzen Wellen des Rundfunks unmittelbar auf maschinellem Wege zu erzeugen. Das Verfahren, das er zu diesem Zwecke anwendet, unterscheidet sich von den schon beschriebenen Methoden ganz beträchtlich, da Schmidt in seiner Maschine die Entwicklung bestimmter hoher Oberschwingungen bevorzugt und sie so stark ausbildet, daß sie unmittelbar zur Erregung des Senders Verwendung finden können. Die wesentlichen Teile der Schmidtschen Hochfrequenzmaschine sind daher eine rotierende Dynamomaschine, die bereits möglichst hochfrequenten Strom liefert, und eine Eisendrossel von geeigneten magnetischen Eigenschaften, die diesen Strom so verzerrt, daß sich möglichst hohe Oberschwingungen ausprägen, die dann durch Resonanzabstimmung entnommen werden können.

Daß elektrischer Wechselstrom beim Durchfließen einer Eisendrossel verzerrt und dadurch mit Oberschwingungen überlagert wird, ist keineswegs neu. Das Eisen hat ja eine sehr viel größere magnetische Leitfähigkeit als die Luft und vermag daher in viel höherem Maße magnetische Kraftlinien aufzunehmen als alle anderen bekannten Stoffe. Diese Aufnahmefähigkeit des Eisens ist aber begrenzt, d. h. wenn man den elektrischen Strom, der den Magnetismus erregt, immer weiter

Digitized by Google

Karl Schmidt

Digitized by Google

verstärkt, so nimmt die Zahl der Kraftlinien im Eisen immer langsamer und schließlich gar nicht mehr zu. Man sagt dann, das Eisen sei „magnetisch gesättigt". Derart gesättigtes Eisen vermag nicht mehr magnetische Kraftlinien neu aufzunehmen als die Luft, das Messing, der Kautschuk oder sonst ein unmagnetischer Stoff. Auf dieser Beobachtung baut sich eine zweite auf. Schickt man durch eine Spule mit zahlreichen Windungen und einem Eisenkern elektrischen Wechselstrom, so steht er — solange das Eisen noch nicht gesättigt, die Stromstärke in der Spule also gering ist — unter dem Einfluß der hohen Selbstinduktion der Drosselspule. Ist aber bei einer bestimmten Stromstärke die Sättigung erreicht, so ist die Selbstinduktion der Spule praktisch nicht mehr größer als die einer Spule ohne Eisenkern. Durch diesen Wechsel der Selbstinduktion während des Stromdurchgangs wird die Kurvenform des Wechselstroms verzerrt, sie behält jedoch die ursprüngliche Periode bei.

Nun weiß man schon seit einer Reihe von Jahren durch rein mathematische Überlegungen, daß jede regelmäßige, wenn auch beliebig verzerrte periodische Kurve als aus einer Reihe von „Oberschwingungen" zusammengesetzt angesehen werden kann. Derartige Oberschwingungen suchte man in den älteren Sendern der drahtlosen Telegraphie möglichst zu vermeiden, weil sie dort entweder nutzlos oder gar schädlich sind. Schmidt dagegen strebte danach, diese Oberschwingungen oder wenigstens einige davon möglichst stark zu entwickeln, während er auf die Grundschwingung sozusagen gar keinen Wert legte. Seine Maschine erinnert daher in mancher Beziehung an den Summer, der ebenfalls schwachgedämpfte elektrische Schwingungen zu erzeugen vermag, wenn er auch nur einen langsam schwingenden Anker enthält. Aus der Mechanik läßt sich ebenfalls ein Beispiel für die Arbeitsweise der Schmidtschen Maschine entnehmen: Ein schnellschwingendes Pendel, das an sich gedämpfte Schwingungen ausführt, wird stets nach zehn oder zwanzig Schwingungen angestoßen, so daß ihm die Energie, die in der Zwischenzeit durch die Dämpfung verbraucht worden ist, immer von neuem zugeführt wird. Durch die Übertragung dieses einfachen mechanischen Vorbildes auf elektrische Verhältnisse ist Schmidt zu einer Maschine zur Erzeugung praktisch ungedämpfter elektrischer Schwingungen gelangt, die sich bis herunter zu Wellenlängen von etwa 1000 m schon mehrfach ausgezeichnet bewährt hat. Daß sie sich auch zur Erzeugung der noch kürzeren Rundfunkwellen eignet, hat der Münchener Rundfunksender bewiesen, der im Laufe des Sommers 1925 mit einer Schmidtschen Hochfrequenzmaschine ausgerüstet wurde.

So einfach die Schmidtsche Hochfrequenzmaschine ihrem Grund-

Digitized by Google

gedanken nach ist, so schwierig ist übrigens die praktische Ausführung, und es ist ein Zeichen für die erfinderische Begabung Schmidts, daß er selbst die vielen Aufgaben löste, die der Bau der Maschine stellte. Die wichtigste Vorbedingung für ein einwandfreies Arbeiten der Maschine ist die genaue Aufrechterhaltung ihrer Drehzahl, eine Forderung, die Schmidt durch Konstruktion eines einfachen Fliehkraftreglers erfüllte, der die Drehzahl so genau konstant hält, wie man es sonst nur von den Schwingungen eines Röhrensenders her gewohnt ist. Es erscheint nicht zweifelhaft, daß der Schmidtschen Hochfrequenzmaschine künftig große Bedeutung zukommen wird, weil man damit in der gleichen Weise auf rein maschinellem Wege Wechselströme bis zu Frequenzen von 1 Million herstellen kann, wie man heute Gleichstrom oder niederfrequenten Wechselstrom erzeugt.

Eine neuere Erfindung Schmidts, die allerdings noch nicht technisch verwendet wird, ist ein einfacher rotierender Gleichrichter. Das Problem der Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom interessiert jeden, der für wissenschaftliche oder technische Zwecke Akkumulatoren braucht, die er regelmäßig laden muß. Die grundsätzlich einfachste Art, einen Gleichrichter herzustellen, besteht darin, daß man den Wechselstrom mit Hilfe eines rotierenden Kommutators jeweils im richtigen Augenblick umpolt, so daß nicht positive und negative Stromstöße aufeinander folgen, sondern nur positive. Dazu muß die Maschine genau mit der richtigen Drehzahl, „synchron" mit dem Wechselstrom, laufen. Schmidt hat für diese Aufgabe eine ausgezeichnete Lösung gefunden, die es u. a. ermöglicht, daß die Maschine von selbst anläuft und sich von selbst auf die richtige Drehzahl bringt, um dann genau synchron mit dem Wechselstrom weiter zu laufen. Unter diesen Umständen werden die neuen Gleichrichter sicherlich bald große Bedeutung erlangen.

19. J. A. Fleming

John Ambrose Fleming wurde am 29. November 1849 in Lancaster geboren. Nachdem er in London und Cambridge studiert hatte, nahm er einen Ruf als Lehrer für Mechanik an die Universität Cambridge an. Von hier kam er 1881 als Professor für Mathematik und Physik nach Nottingham, das er vier Jahre später wieder verließ, um Professor der Elektrotechnik an der Universität London zu werden.

Fleming hat stets großes Interesse für die drahtlose Telegraphie bekundet, als Erfinder ist er jedoch auf diesem Gebiet nur mit einem Gerät an die Öffentlichkeit getreten, das allerdings zu den wichtigsten

Digitized by Google

Hilfsmitteln der Radiotechnik gehört, mit der Elektronenröhre. Hauptsächlich durch physikalische Arbeiten des deutschen Physikers Wehnelt angeregt, kam Fleming auf den Gedanken, die damals allgemein üblichen, recht unempfindlichen und unzuverlässigen Detektoren durch eine elektrische Entladungsröhre zu ersetzen. Er ging dabei von der Absicht aus, eine Entladungsröhre mit Glühkathode, wie sie Wehnelt erfunden hatte, im Empfangsgerät als Gleichrichter zu benutzen, um auf diese Weise den empfangenen hochfrequenten Wechselstrom in Gleichstrom zu verwandeln, der dann mit einem hochempfindlichen Gleichstrom-Galvanometer gemessen oder aufgezeichnet werden sollte. Gleichstrom-Instrumente lassen sich ja mit viel höherer Empfindlichkeit bauen als Wechselstrom-Instrumente. Die Gleichrichterwirkung der von Fleming verwendeten Wehneltröhre beruhte wie bei unseren heutigen Glühkathoden-Gleichrichtern darauf, daß Elektronen nur von der glühenden Elektrode ausgehen, also stets nur in einer Richtung zwischen den Elektroden übergehen können.

Von den modernen Audionröhren unterschieden sich die ersten Fleming-Röhren ganz beträchtlich. Vor allem hatten sie kein Gitter, das erst mehrere Jahre nach Fleming durch Lee de Forest eingeführt wurde. Es fehlte ihnen also die so wichtige dritte Elektrode, die die Voraussetzung für die Verstärkung der empfangenen Zeichen zugleich mit der Gleichrichtung bildet. Außerdem war das Vakuum der Fleming-Röhren bei weitem nicht so hoch wie das der heutigen Röhren. Teilweise lag das daran, daß man damals noch nicht über die vollkommenen Luftpumpen verfügte, die zur Erzielung der heute verwendeten hohen Grade der Luftverdünnung nötig sind. Fleming dachte aber auch gar nicht daran, bei sehr hohem Vakuum zu arbeiten; er benutzte jene Röhren, die man heute als „gasgefüllt" bezeichnet, weil sie noch geringe Mengen von Gasen enthalten. Infolgedessen wird der Stromdurchgang durch diese Röhren nicht allein durch Elektronen vermittelt, wie in unseren modernen Hochvakuumröhren, sondern auch durch geladene Gasteilchen oder Jonen. Alle diese Umstände führten dazu, daß die ersten Fleming-Röhren zahlreiche Nachteile besaßen, so daß sie den damals gebräuchlichen Detektoren kaum überlegen waren.

Es ist begreiflich, daß die ursprüngliche Flemingröhre bei dieser Sachlage schnell wieder verschwand, wenigstens aus den Empfangsgeräten. Fleming gebührt aber, obwohl man die Elektronenröhre selbst durchaus nicht als seine Erfindung bezeichnen kann, das Verdienst, die Röhre als erster für den Empfang elektrischer Wellen verwendet zu haben. Diese Tatsache ist auch von den Patentämtern stets anerkannt

Digitized by Google

J. A. Fleming

Digitized by Google

worden. Folglich darf man Fleming auf Grund seiner Patentanmeldung von 1904 als den Vater der Audionröhre bezeichnen.

Übrigens hat Fleming auch Arbeiten auf anderen Gebieten der Radiotechnik ausgeführt, beispielweise über den Einfluß der Atmosphäre auf die elektrischen Wellen. Diese Untersuchungen sind aber durchweg von untergeordneter Bedeutung; jedenfalls haben sie in der Entwicklung der Funktechnik keine besondere Rolle gespielt.

20. Lee de Forest

Lee de Forest wurde am 26. August 1873 in Council Bluffs im Staate Jowa (U. S. A.) geboren. Er entstammt einer schon seit Jahrhunderten in Amerika ansässigen Familie, die von jeher eine geachtete Stellung einnahm, wenn sie sich auch nicht durch große Reichtümer auszeichnete. Nachdem de Forest die Schule verlassen hatte, studierte er auf der Universität Yale, wo er 1899 zum Doktor promovierte. Bald darauf trat er als Ingenieur in eine Firma ein, die sich mit dem Bau von Radiostationen beschäftigte. In seiner freien Zeit arbeitete er viel an der Verbesserung der damals noch sehr unvollkommenen Empfangsgeräte. Diese Versuche, die ihn von 1900 bis 1905 in Anspruch nahmen, führten schließlich zur Entwicklung der modernen Audionröhre mit drei Elektroden, die übrigens auch ihren Namen de Forest verdankt.

Der Erfinder ging von der damals noch etwas geheimnisvollen Erscheinung der elektrischen Leitung durch Flammengase aus. Man wußte bereits, daß die heißen Gase in der Flamme eines Bunsenbrenners elektrisch leitfähig sind, und daß diese Leitfähigkeit durch das Einbringen von Salzen in die Flamme stark erhöht werden kann. Diese Tatsache nutzte de Forest beim Bau seines ersten Gleichrichters zum Empfang drahtloser Zeichen aus. Er führte in eine Bunsenflamme einen Platindraht ein, der eine passende Salzperle trug, außerdem einen zweiten Draht, der frei in die Flamme hineinragte und zeigte, daß ein elektrischer Strom von der unteren, die Salzperle tragenden Elektrode nach der oberen Elektrode keinen großen Widerstand fand, während der Stromdurchgang in umgekehrter Richtung bei der gleichen Spannung sehr schwach war. Mit anderen Worten: Diese einfache Vorrichtung ließ den Strom in einer Richtung stärker hindurch als in der anderen, womit de Forest die Möglichkeit hatte, die hochfrequenten Schwingungen der drahtlosen Telegraphie gleichzurichten und hörbar zu machen. Nach dem lateinischen Wort für Hören bezeichnete de Forest schon diese erste Anordnung als Audion.

Digitized by Google

Lee de Foreſt

Digitized by Google

Technisch brauchbar war die beschriebene Vorrichtung natürlich noch nicht. Dazu mußte man die unbequeme Gasflamme durch etwas anderes ersetzen. Zunächst versuchte de Forest sein Glück mit Glasröhren, deren eine Elektrode aus einem Stückchen Natrium bestand, das durch eine darunter gestellte Spiritusflamme erhitzt werden konnte. Oberhalb dieser Natriumelektrode war in die Röhrenwandung ein Draht eingeschmolzen, der die Stelle der heutigen Anodenplatte vertrat. Da diese Röhre ebenfalls eine Reihe von Nachteilen besaß, vor allem den der sehr geringen Lebensdauer, ging de Forest später dazu über, als Kathode einen Draht im Innern der Röhre zu gebrauchen, der durch einen elektrischen Strom geheizt wurde. Damit kam er der heutigen Form der Elektronenröhre schon bedeutend näher. Den entscheidenden Schritt tat er aber erst im Jahre 1908, und zwar dadurch, daß er zwischen Anode und Kathode als dritte Elektrode das Gitter einbaute, das mit genügend großen Öffnungen versehen ist, so daß die Elektronen auf ihrem Wege von der Kathode zur Anode hindurchfliegen können. Das Gitter dient dazu, den Elektronenstrom zwischen der Kathode und der Anode zu „steuern". Dadurch wurde die Wirkung der Röhre beträchtlich gesteigert, obwohl die ersten Röhren dieser Art noch recht unvollkommen waren. Vor allem enthielten sie ziemlich viel Gas, was die sich in ihrem Innern abspielenden Vorgänge unübersichtlich machte. Dieser Nachteil wurde erst während des Weltkriegs beseitigt. Etwa von 1915 ab begann man Röhren zu bauen, deren Vakuum man so hoch wie nur irgend möglich trieb.

Die geschilderte Entwicklung der Elektronenröhre bot technische Schwierigkeiten in Hülle und Fülle, so daß sie reich an Mühe und Arbeit war. Daher brauchte de Forest nicht nur viel Zeit zur Durcharbeitung seiner Erfindung, sondern auch eine ganze Menge Geld, vor allem zur Aufrechterhaltung der verschiedenen Patente, ohne daß sich zunächst die Möglichkeit einer Verwertung zeigte. Schließlich gestaltete sich seine finanzielle Lage so schlecht, daß es ihm nicht mehr möglich war, die Gebühren für die Auslandspatente zu zahlen, die infolgedessen erloschen. Glücklicherweise vermochte er aber wenigstens das amerikanische Patent zu halten. Dadurch hat er dann schließlich, wenn auch spät, doch noch eine angemessene Entschädigung für seine Arbeit erreicht.

De Forest ist auch der Erfinder der bekannten Audionschaltung, deren Kennzeichen der Kondensator vor dem Röhrengitter und der hochohmige Widerstand zwischen Gitter und Kathode sind. In der Audionschaltung werden die empfangenen Spannungsschwankungen der Röhre zwischen Gitter und Kathode zugeführt. Anders steht es bei der

Digitized by Google

gleichfalls von de Forest angegebenen Ultra-Audionschaltung. Hier werden dem Gitter Spannungsschwankungen gegen die Anode mitgeteilt, die daher den Anodenstrom beeinflussen. Gitterkondensator und Gitterwiderstand werden auch in der Ultraaudionschaltung gebraucht.

Die Audionschaltung bildet einen der wichtigsten Bestandteile der modernen Empfangstechnik, denn es gibt nur wenige Röhrenempfänger, die nicht mit einem Audion ausgerüstet sind. Der Grund für diese weitgehende Verwendbarkeit der Audionschaltung liegt darin, daß sie in einem Arbeitsvorgang die empfangenen Zeichen verstärkt und gleichrichtet, während ein einfacher Detektor nur eine Gleichrichtung bewirkt und ein einfacher Verstärker nur eine Verstärkung.

De Forest war auch auf vielen anderen Gebieten der Radiotechnik erfinderisch tätig. Außerdem ist es zu einem großen Teil seinem Einfluß zuzuschreiben, daß man die Versuche Marconis schon früh in Amerika aufgriff und gleichfalls zu experimentieren begann. De Forest war es auch, der als erster 1905 den weit empfindlicheren Hörempfang an Stelle des Schreibempfangs mit dem Kohärer einführt. An der drahtlosen Telephonie zeigte der Forscher schon früh großes Interesse. 1909 stellte er umfangreiche Telephonieversuche zwischen dem Eiffelturm und Neuyork an, denen allerdings bei dem damaligen Stand der Technik kein Erfolg beschieden sein konnte. Endlich gilt de Forest als der Erfinder der Honigwabenspule, die mehrere Jahre hindurch eine große Rolle in der Empfangstechnik spielte. In der letzten Zeit hat die Verbreitung dieser Spulenform zwar stark nachgelassen, weil man heute bessere Wicklungsverfahren kennt. Im Grunde gehen diese Verfahren aber sämtlich mehr oder weniger auf die Honigwabenspule zurück, wenigstens überall dort, wo es sich darum handelt, mit möglichst wenig Draht eine Spule von möglichst hoher Selbstinduktion bei geringer Eigenkapazität herzustellen.

21. Robert v. Lieben

Robert v. Lieben wurde am 5. September 1878 als Sohn eines angesehenen und sehr reichen jüdischen Bankiers in Wien geboren. Schon als Kind zeigte v. Lieben großes Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Dingen, so daß er sich nach Beendigung seiner Schulzeit gleich dem Studium der Naturwissenschaften widmete, u. a. einige Semester in Göttingen als Schüler von Nernst. Aber sei es, daß eine besondere Charakteranlage ihn dazu veranlaßte oder

Digitized by Google

sein Reichtum, der ihn der Notwendigkeit enthob, sich einem Brotstudium zu widmen, v. Lieben führte sein Studium in keinem Fache bis zu einer Abschlußprüfung durch. Dagegen richtete er sich schon frühzeitig ein eigenes Laboratorium ein, in dem er die verschiedensten technischen Aufgaben, von deren Lösung er sich etwas versprach, bearbeiten ließ, während er sich zugleich durch die Gründung einer modernen, großangelegten Telephonfabrik in Olmütz industriell betätigte. In seinem Laboratorium standen ihm als Hauptmitarbeiter mehrere Jahre lang Eugen Reiß und Siegmund Strauß zur Seite, die damals in Wien studierten und deren technische und physikalische Fähigkeiten v. Lieben früh erkannte. Reiß ist heute als Erfinder des nach ihm benannten, bei sämtlichen deutschen Rundfunksendern benutzten Mikrophons allgemein bekannt, Strauß gab schon früh unabhängig von Meißner die Rückkopplung an.

Von Lieben selbst arbeitete im Laboratorium nicht eigentlich mit; immerhin war er durchaus nicht allein der Geldgeber, der immer wieder große Opfer brachte, um den verfolgten Zielen näher zu kommen, denn er lieferte auch einen guten Teil der Ideen, auf die sich die Arbeiten im Laboratorium gründeten. Das Hauptproblem, das v. Lieben etwa von 1905 ab verfolgte, war die Verstärkung von Telephonströmen. An die drahtlose Telephonie hat er bei dieser Problemstellung anfangs sicher nicht gedacht. Es handelte sich für ihn vielmehr darum, einen Apparat zu schaffen, mit dessen Hilfe sich aus langen Leitungen kommende und infolgedessen stark geschwächte Telephonströme möglichst ausgiebig verstärken ließen, um so die Reichweite der Leitungstelephonie zu erhöhen. Damals ging ein Gerücht um, daß in den Vereinigten Staaten ein sehr hoher Geldpreis für die Erfindung eines wirksamen Telephonverstärkers ausgesetzt worden sei. Zweifellos hat auch v. Lieben davon gehört, und vielleicht war dies mit die Veranlassung, daß er die Möglichkeiten der Telephonverstärkung zu untersuchen begann.

Der Weg, den er dabei einschlug, war für die damalige Zeit durchaus nicht besonders merkwürdig, sondern eigentlich naheliegend. Daß man mit einem mechanischen Relais eine Verstärkung, wie sie für Telephonzwecke notwendig ist, nicht hervorbringen kann, war selbstverständlich. Von Lieben ging daher gleich mit der Absicht um, Kathodenstrahlen zu benutzen, wobei er auf der 1905 von Wehnelt gemachten Entdeckung fußte, daß eine dünne, mit einem geeigneten Metalloxyd überzogene glühende Kathode schon bei Spannungen von 100 Volt Elektronen, d. h. Kathodenstrahlen aussendet. Die Hauptschwierigkeiten beim Arbeiten auf diesem Gebiet bestanden

Digitized by Google

Robert v. Lieben

Digitized by Google

darin, daß es nur schwer möglich war, das erforderliche hohe Vakuum längere Zeit hindurch konstant zu erhalten und daß auch die Haltbarkeit der glühenden Kathode viel zu wünschen übrig ließ.

Der Plan v. Liebens ging dahin, die von der Kathode ausgestrahlten Elektronen durch ein elektromagnetisches Feld zu steuern und auf diese Weise je nach der Stärke des den Elektromagneten erregenden Stromes mehr oder weniger Elektronen durch einen Spalt in der Anode fallen zu lassen. Der Magnet sollte von den zu verstärkenden Strömen erregt werden. Die Strecke zwischen der glühenden Kathode und dem in einem kleinen Blech angebrachten Spalt wurde mit einer Hochspannungsbatterie und einem Telephon zu einem Stromkreis geschaltet. Gingen sämtliche Elektronen durch den Spalt hindurch, so verschwand der Strom; trafen Elektronen auf das Blech, so wurde der Strom je nach ihrer Anzahl stärker oder schwächer.

Den damaligen Glühkathoden gab man die Form kleiner Hohlspiegel, in der Absicht, die Elektronen möglichst zu konzentrieren und so einen recht kräftigen Elektronenstrom durch den Anodenspalt hindurch zu erzeugen. War aber das Vakuum der Röhre nicht hoch genug, so entstand an der Anode, wenn die Elektronen infolge ihrer Ablenkung darauf fielen, Glimmlicht, das immer wieder die Wirksamkeit der Röhre verminderte. Trotzdem ist es v. Lieben schon damals gelegentlich gelungen, eine wirksame Telephonverstärkung durchzuführen, was sein früherer Lehrer, Geheimrat Nernst, noch jüngst ausdrücklich bezeugt hat. Wirkliche Fortschritte wurden aber erst erzielt, als man auf den Gedanken kam, nach dem Vorgang von de Forest zwischen Kathode und Anode ein Gitter einzufügen. Dieses Gitter hatte ursprünglich den Zweck, das Entstehen von Anodenglimmlicht durch auftreffende Elektronen zu verhindern. Wie es in solchen Fällen im Laboratorium üblich ist, untersuchte v. Lieben Röhren mit verschieden großen Abständen zwischen Anode und Gitter, wobei sich zeigte, daß eine ziemlich große Entfernung zwischen beiden günstig war. Als noch wichtiger aber erwies sich die bei diesen Untersuchungen gemachte Entdeckung, daß der Anodenstrom äußerst empfindlich gegen Änderungen der Gitterspannung ist, erhielt man doch dadurch die Möglichkeit, den viel Strom verbrauchenden Elektromagneten zu beseitigen und die Steuerung ganz auf elektrostatischem Wege zu bewirken, indem man dem Gitter die zu verstärkende Spannung zuführte. Diese Entdeckung wurde erst im Jahre 1911 gemacht, fünf Jahre nach der Anmeldung des Röhrenverstärker-Patents; jedoch ist die elektrostatische Ablenkung der Elektronen schon in der ursprünglichen Patentanmeldung vom 4. März 1906 vorgesehen.

Digitized by Google

Von jetzt an entwickelte sich die „Lieben-Röhre", wie man sie nannte, sehr schnell, so daß der neue Telephonverstärker schon im Sommer 1911 der Berliner Physikalischen Gesellschaft vorgeführt werden konnte. Auf Grund dieser Vorführung kam es zu Verhandlungen zwischen v. Lieben und der Telefunken-Gesellschaft, die bald dazu führten, daß Telefunken die alleinige Ausnützung des Verstärkerpatentes erhielt.

Seit 1910 litt v. Lieben immer stärker an einer schmerzhaften Erkrankung der Brust, die seine Arbeitskraft stark beeinträchtigte und trotz aller Heilungsversuche der Ärzte schnelle Fortschritte machte. So war es dem jungen Forscher nicht vergönnt, die wirklichen Früchte seiner Erfindung noch reifen zu sehen, denn er starb schon am 20. Februar 1913 im Alter von nur 35 Jahren.

Aus der Lieben-Röhre, die bei ihrer Einführung noch recht unvollkommen war, vor allem weil nur sie geringe Lebensdauer besaß, ist in langjähriger Arbeit, an der sich zahlreiche Physiker und Techniker beteiligten, die heutige Verstärkerröhre entstanden, die kleiner ist als eine Glühlampe und eine Heizleistung von weniger als 1 Watt verbraucht. In ähnlicher Weise haben sich aber die meisten Erfindungen im Laufe der Zeit entwickelt, sodaß das Hauptverdienst doch dem Manne verbleibt, der dem Erfindungsgedanken die erste praktisch brauchbare Form verlieh. Das ist im Falle der Verstärkerröhre unzweifelhaft v. Lieben gewesen, obgleich er bei seiner Röhre an ihre Verwendung zu Detektorzwecken oder gar als Schwingungserzeuger überhaupt nicht dachte, weil er nur die Verstärkung von Wechselströmen beliebiger Frequenz im Auge hatte.

22. Alexander Meißner

Alexander Meißner wurde am 14. September 1883 in Wien geboren. Er entstammt einer reichsdeutschen Familie, verbrachte aber seine ganze Jugendzeit in Wien, wo er zunächst die Schule besuchte und dann an der Technischen Hochschule Maschinenbau studierte. Dieses Studium befriedigte Meißner jedoch nicht recht, da er sich seiner ganzen Veranlagung nach mehr zur Physik hingezogen fühlte. Deshalb blieb er, nachdem er sein Staatsexamen abgelegt hatte, noch ein Jahr lang als Assistent in Wien, um sich in dieser Zeit hauptsächlich mit physikalischen Fragen zu beschäftigen. Hernach ging Meißner nach Berlin, wo er gleich in die Dienste der damals eben gegründeten Telefunken-Gesellschaft trat, die Graf Arco leitete. Die erste umfassende Arbeit,

Digitized by Google

mit der man Meißner hier betraute, betraf die zweckmäßige Gestaltung der Selbstinduktionsspule für Sendezwecke. Im Verlauf dieser Untersuchungen entwickelte Meißner den Begriff des günstigsten Spulenquerschnitts, wobei er auf die Form der Flachspule kam, die seitdem in der Sendetechnik eine große Rolle gespielt hat. Diese Arbeit über Flachspulen benutzte Meißner, um von Berlin aus an der Wiener Technischen Hochschule den technischen Doktorgrad zu erwerben.

In seiner weiteren Tätigkeit bei Telefunken kam Meißner mit allen Gebieten der Radiotechnik praktisch in Berührung, und es ist ein Zeichen für seine große technische Begabung, daß — wie Graf Arco einmal in einem Aufsatz hervorhob — bei jeder seiner Arbeiten irgendein positives Ergebnis herauskam. Unter anderem führte Meißner wichtige Untersuchungen über den zweckmäßigen Bau von Antennen und Erdungen durch. Er zeigte, daß sich die Verlustwiderstände vor allem in der Zuführung zur Erdung stark verringern lassen, wenn man den Erdungsstrom möglichst dort entnimmt, wo die Kraftlinien in die Erde eintreten, also z. B. bei einer Schirmantenne ziemlich genau unter deren Rand. Neuere Arbeiten Meißners über Antennen betreffen vor allem das Problem, mit wenigen Türmen mehrere Antennen zu errichten und diese zu gleicher Zeit auf wenig verschiedenen Wellenlängen arbeiten zu lassen, ohne daß sie sich gegenseitig stören. Diese Aufgabe war für den letzten Erweiterungsbau der Großfunkstelle Nauen zu lösen. Die nach den Angaben Meißners gebaute neue Antennenanlage in Nauen besteht aus vier großen Antennen, die derart gekoppelt werden können, daß sie einander während des Betriebs nicht im geringsten stören.

Auch über den Löschfunkensender und den Frequenz-Transformator hat Meißner in früheren Jahren wichtige Arbeiten ausgeführt. Beim Löschfunkensender führte er die Hilfszündung ein, womit er die Leistungsfähigkeit und den gleichmäßigen Verlauf des Sendevorgangs ganz beträchtlich verbesserte. Meißner fügte zu diesem Zweck der eigentlichen Löschfunkenstrecke, die die Energie für die Antenne hergibt, eine kleine Hilfsfunkenstrecke hinzu, über die er die Spannung eines besonderen Transformators legte. Unter gewöhnlichen Verhältnissen reicht dann die Spannung des Haupttransformators nicht aus, um die Funkenstrecke zu durchschlagen. Wird jedoch der Hilfstransformator in Betrieb genommen und durch die Hilfsfunkenstrecke eine Entladung erzeugt, die diesen Teil der gesamten Funkenstrecke nahezu kurzschließt, so kann sich auch der Haupttransformator entladen. Selbstverständlich erfüllt eine derartige Anordnung nur dann ihren Zweck, wenn die beiden Transformatoren im richtigen Takt arbeiten. Die Hilfsfunken-

Digitized by Google

Alexander Meißner

Digitized by Google

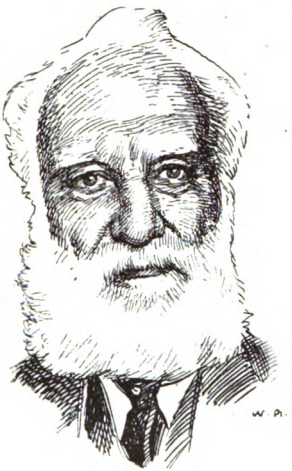
strecke muß daher in geeigneter Weise gesteuert werden, was Meißner durch eine Kopplung mit der Antenne erreichte, die man nicht mit Unrecht als Rückkopplung bezeichnet hat, denn tatsächlich wurde schon hier der Antennenstrom benutzt, um den Sender selbst zu steuern und in Tätigkeit zu halten.

Meißners Hauptverdienst aber ist die Erfindung der Rückkopplung im Röhrensender. So nahe uns heute dieser Gedanke zu liegen scheint, damals, d. h. kurz nach Erfindung der Lieben-Röhre, war es eine Tat von größter Bedeutung, daß man sich darüber klar wurde, in welcher Weise man mit der Elektronenröhre ungedämpfte elektrische Schwingungen hervorbringen kann. Zwar wird Meißner der Ruhm, diesen Gedanken als erster gefaßt zu haben, von mehreren Seiten streitig gemacht. Tatsache ist aber, daß Meißner nicht nur die Rückkopplung vollkommen selbständig erfand, sondern daß er sie auch in die Praxis eingeführt hat, wobei er sogleich auf die Bedeutung der Rückkopplung für die Empfangstechnik sowohl im Selbstüberlagerer wie zur Dämpfungsverminderung aufmerksam machte.

Das Wesen der Rückkopplung in Meißners Röhrensender besteht darin, daß ein Teil der erzeugten Schwingungsenergie dazu benutzt wird, den Sender zu steuern, also von neuem Schwingungsenergie zu erzeugen. Die Möglichkeit, mit einer rückgekoppelten Elektronenröhre ungedämpfte Schwingungen hervorzubringen, beruht auf der Eigenschaft der Röhre, geringe Spannungsschwankungen zwischen Gitter und Kathode in starke Stromschwankungen des Anodenkreises umzusetzen: Der Anodenstrom wird also durch die Gitterspannung gesteuert. Meißner entnimmt daher dem Anodenstrom einen geringen Teil seiner Energie, den er zur Steuerung des Gitters benutzt. Zweifellos bestand Meißners ursprüngliche Idee darin, auf diese Weise einen Röhrensender zu erhalten. Er erkannte aber schon sehr bald, daß ein Röhrenempfänger mit Rückkopplung für die Empfangstechnik von allergrößter Bedeutung sein müsse, weil er es ermöglicht, die Empfangsenergie ganz außerordentlich zu steigern. Diese Eigenschaft des Rückkopplungsempfängers beruht teilweise darauf, daß schwache Rückkopplung mit einer Verminderung der Dämpfung, d. h. mit einer Erhöhung der Abstimmschärfe und der Empfangsenergie, gleichbedeutend ist. Bei fesserer Rückkopplung dagegen gerät der Empfänger in Schwingungen und kann dann unmittelbar zum Überlagerungsempfang nicht modulierter ungedämpfter Wellen, d. h. telegraphischer Zeichen, benutzt werden.

Weitere Arbeiten Meißners betreffen Verbesserungen des Richtempfangs und das Problem des Gegensprechens in der drahtlosen

Digitized by Google



Graham Bell

Digitized by Google

Telephonie. So vollkommen nämlich heute auch der Rundfunk ist, so wenig ist die drahtlose Telephonie in dieser Form für den Handelsverkehr geeignet, weil es nicht möglich ist, wie bei der Drahttelephonie gleichzeitig zu sprechen und zu hören. Immerhin ist es Meißner bereits gelungen, mit je einer Sende- und Empfangsantenne auch drahtlos zu gleicher Zeit zu sprechen und zu hören und zwar auf Entfernungen von mehreren Kilometern. Man benutzt dabei zwei gegeneinander etwas verstimmte Wellen, die sich gegenseitig nicht stören. Das Problem ist damit aber natürlich nur grundsätzlich gelöst, denn zur allgemeinen Verwendung ist ein derartiges Verfahren zu kompliziert.

In neuerer Zeit hat Meißner sich besonders mit Arbeiten über kurze Wellen beschäftigt. Seine Untersuchungen führten ihn u. a. dazu, als erster in der Öffentlichkeit ernstlich Widerspruch gegen die besonders von englischer und amerikanischer Seite noch immer vorausgesetzte Heaviside-Schicht und die darauf begründete Theorie der Wellen-Ausbreitung zu erheben. Die hier liegenden Fragen lassen sich zwar zurzeit noch nicht endgültig beantworten, doch wird uns Meißner wohl auch auf diesem Gebiet noch manche den Fortschritt der Radiotechnik fördernde Erkenntnis schenken.

Für seine Leistungen auf dem Gebiet der Funktechnik wurde Meißner 1923 von der Technischen Hochschule München zum Dr.-Ing. ehrenhalber ernannt, auch erhielt er im Jahre 1925 als erster die goldene Medaille der Heinrich-Hertz-Gesellschaft. Zurzeit ist Meißner immer noch als Oberingenieur der Telefunken-Gesellschaft tätig, deren Mitarbeiterstab er seit dem Verlassen der Hochschule angehört.

23. Graham Bell

Graham Bell wurde am 3. März 1847 in Edinburgh in Schottland geboren, wo er die höhere Schule besuchte. Im Jahre 1870 wanderte er nach Kanada aus. Dort wurde er bald zum Professor der Physiologie in Boston ernannt. Bell interessierte sich besonders für die physiologische Akustik und hier wieder vor allem für die Physiologie der Sprach- und Hörorgane. Im Verlauf seiner Untersuchungen auf diesem Gebiet begann er sich um 1872 mit dem Bau eines Telephons zu beschäftigen, und zwar eines Apparats, der sich dazu eignen sollte, auf elektrischem Wege Schallschwingungen auf große Entfernungen zu übertragen.

Bell war nicht der erste, der sich diese Aufgabe zum Ziel setzte. Mechanische Telephone waren damals schon seit längerer Zeit bekannt;

Digitized by Google

man war sich aber auch darüber klar, daß man auf diesem Wege niemals zu einer wirklich brauchbaren Lösung des Problems gelangen könne. Der elektrische Strom war ebenfalls schon vor Bell verwendet worden: Durch den deutschen Lehrer Philipp Reiß, dem es bereits gelungen war, mit Hilfe von zwei Telephonen eine einigermaßen brauchbare Verständigung zu erzielen. Reiß' Verfahren beruhte jedoch darauf, daß mit der Schwingungsplatte seines Telephons ein sehr feiner Stromunterbrecher verbunden wurde. Man versteht leicht, daß ein solcher Apparat mechanisch sehr empfindlich und akustisch nicht besonders brauchbar ist. Die zeitgenössischen Berichte sagen denn auch, daß im Reißschen Telephon zwar die Konsonanten einigermaßen verständlich, die Vokale dagegen recht mangelhaft wiedergegeben wurden.

Eine praktisch brauchbare Lösung des Telephonproblems schuf erst Bell in seinem elektromagnetischen Telephon, auf das er im Jahre 1875 das amerikanische Patent erhielt. In Bells Telephon wird eine durch Induktion magnetisierte Stahlmembran durch die Schallschwingungen in Bewegung gesetzt; dadurch werden in einer Spule Induktionsströme erzeugt, die in einem gleichartigen Telephon entsprechende Bewegungen einer Membran, also wiederum Schallschwingungen hervorrufen. Dieses erste Telephon Bells gestattete zwar noch nicht, auf größere Entfernungen zu telephonieren, doch wird sein Prinzip noch heute in unsern Fernhörern, sowie in den meisten Lautsprechern fast unverändert benutzt. Die moderne Ferntelephonie wurde erst durch die Vereinigung des Bellschen Telephons mit dem von Hughes erfundenen Mikrophon möglich; diese Tatsache vermindert indessen das Verdienst Bells nicht.

Bell war noch lange Jahre nach seiner Erfindung als Physiologie-Professor tätig; er starb 75 Jahre alt am 2. August 1922 in Nova-Scotia.

24. Samuel F. B. Morse

Samuel Finley Breese Morse wurde am 27. April 1791 zu Charlestown in Massachusetts (U. S. A.) geboren. Sein Vater war ein bekannter amerikanischer Schulmann, der zahlreiche geographische Bücher geschrieben hat. Nach beendeter Schulzeit ging Morse im Jahre 1810 nach London, um sich dort als Maler auszubilden. Nebenbei war er auch als Bildhauer tätig; als solcher gewann er im Jahre 1813 sogar einen Ehrenpreis. Bald darauf kehrte er nach Amerika zurück, um sich hier als Maler niederzulassen, doch gelang es

Digitized by Google

ihm zunächst nicht recht, zu Ruf und Geltung zu kommen. Eine Besserung trat in seinen persönlichen Verhältnissen erst um 1822 ein, als er wesentlichen Anteil an der Begründung der Nationalen Malerakademie in Neuyork nahm. Er wurde der erste Direktor der Akademie und hielt nebenbei Vorlesungen über die darstellenden Künste. 1829 ging Morse nochmals nach Europa, um sich als Maler weiterhin zu vervollkommnen. Bei seiner Heimreise (1832) machte er dann jene Erfindung, die man nach ihm benannte, den elektromagnetischen Schreibtelegraphen.

Bei einer Unterhaltung in der Kajüte hörte er von Versuchen, den elektrischen Strom durch lange Leitungsdrähte in die Ferne zu übertragen. Dabei stieg blitzartig die Idee in ihm auf, hieraus ein Verfahren zur Nachrichten-Übermittlung zu entwickeln, ein Gedanke, für dessen Ausarbeitung er in den folgenden Jahren seine ganze freie Zeit opferte. Auch sein Vermögen ging bei den langen erfolglosen Versuchen vollständig drauf, so daß Morse allmählich in beträchtliche Bedrängnis kam, trotzdem es ihm gelang, auf immer größere Strecken mittels elektrischer Zeichen Nachrichten zu übertragen. Diesen Schwierigkeiten machte ein Preis von 30 000 Dollar ein Ende, den er 1843 vom amerikanischen Kongreß in Anerkennung seiner Arbeit erhielt. Er verwendete das Geld dazu, eine Telegraphenanlage in größerem Stil einzurichten und hier seine Erfindung gründlich zu erproben. Trotzdem sie sich auch dabei durchaus bewährte, dauerte es noch mehrere Jahre, bis sie sich endgültig durchsetzte. Einer seiner Hauptgegner, der Morse sehr viel geschadet hat, war der damalige amerikanische Generalpostmeister Johnson. Erst etwa von 1850 ab wurde Morses Erfindung allgemein anerkannt, und nun erntete er nicht nur Ehre und Ruhm, sondern auch erheblichen materiellen Nutzen, bis er im April des Jahres 1872 in Neuyork starb.

Morse ist zwar nicht der eigentliche Erfinder der elektrischen Nachrichtenübertragung, — denn vor ihm haben schon die Göttinger Professoren Gauß und Weber elektrisch telegraphiert — aber er ist der Mann, der durch seinen Schreibtelegraphen das erste wirklich brauchbare System zur elektrischen Telegraphie entwickelte. Außer dem Morseschreiber war dabei auch die Morseschrift von Wichtigkeit, die auf denkbar einfache Weise die Buchstaben, Zahlen und Zeichen unserer Schrift durch Verbindungen von Punkten und Strichen wiedergibt und in etwas veränderter Form noch heute auf der ganzen Erde in Gebrauch ist.

Digitized by Google

Samuel F. B. Morse

Digitized by Google

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1. Michael Faraday	9
2. James Clark Maxwell	12
3. Wilhelm Feddersen	14
4. Heinrich Hertz	16
5. Augusto Righi	19
6. Guglielmo Marconi	22
7. Edouard Branly	27
8. Alexander S. Popow	30
9. Adolf Slaby	32
10. Georg Graf von Arco	35
11. Ferdinand Braun	38
12. Max Wien	42
13. Valdemar Poulsen	43
14. Nicola Tesla	46
15. Reginald Aubrey Fessenden	50
16. E. F. W. Alexanderson	51
17. Rudolf Goldschmidt	54
18. Karl Schmidt	58
19. J. A. Fleming	61
20. Lee de Forest	64
21. Robert von Lieben	67
22. Alexander Meißner	71
23. Graham Bell	76
24. Samuel F. B. Morse	77

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TK 6545 .A1 G85 1926 C.1
Pioniere der Radiotechnik:
Stanford University Libraries
3 6105 034 228 291

DATE DUE

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

Digitized by Google

Digitized by Google